8

ആംപ്ലിഫയർ (Amplifier)

ആമുഖം

ആമുഖം

8.1. ആംപ്ലിഫിക്കേഷൻ എന്ന ആശയം

8.2. ട്രാൻസിസ്റ്റർ ആംപ്ലിഫയർ

8.3. ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെ ആംപ്ലിഫയറാക്കുന്നതിനുള്ള ബയാസിങ്

8.4. ഓപ്പറേറ്റിങ് പോയിന്റിന്റെ സ്ഥാപനം

8.5. ഏക ഘട്ടമുള്ള RC കപ്പിൾഡ് ആംപ്ലിഫയർ (സിംഗിൾ സ്റ്റേജ് RC കപ്പിൾഡ് ആംപ്ലിഫയർ)

8.6. ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയർ (മൾട്ടി സ്റ്റേജ് ആംപ്ലിഫയർ)

8.7. ആംപ്ലിഫയറുകളുടെ ഫ്രീക്വൻസി റെസ്പോൺസ്

8.8. ഓഡിയോ പവർ ആംപ്ലിഫയർ

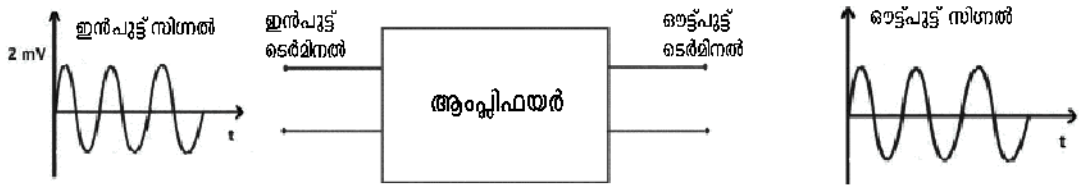
8.9. ഓപ്പറേഷണൽ ആംപ്ലിഫയർ

S2Q2U5

നിങ്ങൾക്ക് ഒരു വലിയ ജനക്കൂട്ടത്തോടു സംസാരിക്കണം എന്നിരിക്കട്ടെ. നിങ്ങൾ എത്ര ഉറക്കെ സംസാരിച്ചാലും അത് എല്ലാവരിലും എത്തിക്കാൻ ബുദ്ധിമുട്ടാണ്. അതുകൊണ്ട് ശബ്ദത്തിന്റെ തീവ്രത കൂട്ടാനുള്ള ഒരു സംവിധാനം ആവശ്യമായിവരുന്നു. ശബ്ദത്തിന്റെ തീവ്രത കൂട്ടാൻ മെഗാഫോൺ ഉപയോഗിക്കാമെങ്കിലും അത് അത്ര കാര്യക്ഷമതയുള്ള ഉപകരണമല്ല. ഒരു വൈദ്യുതസിഗ്നലിന്റെ തീവ്രത അല്ലെങ്കിൽ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ് ഉയർത്താൻ ആംപ്ലിഫയറുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. എന്നാൽ ശബ്ദത്തിന്റെ തീവ്രത കൂട്ടണമെങ്കിൽ അതിനെ ആദ്യമായി വൈദ്യുതസിഗ്നലാക്കി മാറ്റേണ്ടതുണ്ട്. ഒരു രൂപത്തിലുള്ള ഊർജത്തെ മറ്റൊരു രൂപത്തിലാക്കി മാറ്റുന്ന ഉപകരണത്തെ ട്രാൻസ്ഡ്യൂസർ എന്നാണ് പറയുന്നത്. ശബ്ദസിഗ്നലിനെ വൈദ്യുതസിഗ്നലാക്കി മാറ്റുന്ന ട്രാൻസ്ഡ്യൂസറാണ് മൈക്രോഫോൺ. മൈക്രോഫോണിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്ന വൈദ്യുത സിഗ്നലിനെ ശക്തിപ്പെടുത്താൻ ആംപ്ലിഫയർ എന്ന ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ട് ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ ശക്തിപ്പെടുത്തിയ വൈദ്യുതസിഗ്നലിനെ തിരിച്ച് ശബ്ദസിഗ്നലാക്കി മാറ്റേണ്ടതുണ്ട്. ഇതിനാണ് ലൗഡ്സ്പീക്കർ എന്ന ട്രാൻസ്ഡ്യൂസർ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. മൈക്രോഫോണും ആംപ്ലിഫയറും ലൗഡ്സ്പീക്കറും ചേർന്ന സംവിധാനത്തെ പബ്ലിക് അഡ്രസ് സിസ്റ്റം എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഈ സിസ്റ്റമാണ് വലിയ സദസ്സിനോടു സംസാരിക്കാൻ നാം ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

8.1 ആംപ്ലിഫിക്കേഷൻ എന്ന ആശയം

ഒരു ഇലക്ട്രിക് സിഗ്നലിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ് ഉയർത്തുന്ന ഇലക്ട്രോണിക് ഉപകരണമാണ് ആംപ്ലിഫയർ. (ചിത്രം 8.1 കാണുക). ഇവിടെ 2mV ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിനെ 100mV ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡുള്ള ഔട്ട്പുട്ട് സിഗ്നലാക്കി അതിന്റെ ആകൃതിയിൽ ഒരു മാറ്റവും വരുത്താതെ വലുതാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അല്ലെങ്കിൽ സിഗ്നലിനെ 50 മടങ്ങായി ഉയർത്തിയിരിക്കുന്നു. ആംപ്ലിഫയർ സിഗ്നലിനെ എത്ര മടങ്ങായിട്ടാണോ



ചിത്രം 8.1 ആംപ്ലിഫയറും ഇൻപുട്ട് ഔട്ട്പുട്ട് തരംഗരൂപങ്ങളും

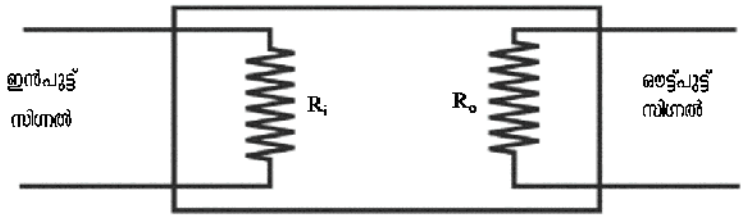
വർധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത്, ആ അളവിനെ ഗെയിൻ എന്നു പറയുന്നു. മറ്റൊരു തരത്തിൽ, ഔട്ട് പുട്ടിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡും ഇൻപുട്ടിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡും തമ്മിലുള്ള അനുപാതമായി ഗെയി നിനെ നിർവചിക്കാം.

ആംപ്ലിഫയറുകൾ പ്രധാനമായും മൂന്ന് തരമുണ്ട്. അവ വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫയർ, കറന്റ് ആംപ്ലിഫയർ, പവർ ആംപ്ലിഫയർ എന്നിങ്ങനെ അറിയപ്പെടുന്നു. വോൾട്ടേജ്, കറന്റ്, പവർ എന്നിവയിൽ ഏതിനെയാണോ ഉയർത്തുന്നത് എന്നതിനെ ആശ്രയിച്ചാണ് മുകളിൽപ്പറഞ്ഞ തരംതിരിക്കൽ.

$$\text{ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ, } A = \frac{\text{ഔട്ട്പുട്ടിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ്}}{\text{ഇൻപുട്ടിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ്}}$$

ഇലക്ട്രോണിക്സിലെ കമ്മ്യൂണിക്കേഷൻ സിസ്റ്റം, കൺട്രോൾ സിസ്റ്റം, ഇൻസ്ട്രുമെന്റേ ഷൻ സിസ്റ്റം എന്നീ മേഖലകളിലൊക്കെ ആംപ്ലിഫയറിന് വ്യാപകമായ ഉപയോഗങ്ങളുണ്ട്. ടി.വി, റേഡിയോ റിസീവറുകളിൽ ലഭിക്കുന്ന സിഗ്നലിന്റെ അളവ് തീരെ ചെറുതായതിനാൽ അതിനെ ശക്തിപ്പെടുത്താൻ ആംപ്ലിഫയർ അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്. ഒരു റേഡിയോസെറ്റിലെ ശബ്ദവ്യാപ്തി നിയന്ത്രിക്കുന്നതിനുള്ള നോബ് തിരിക്കുമ്പോൾ യഥാർഥത്തിൽ അതിനക ത്തുള്ള ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിനാണ് മാറുന്നതെന്ന് നിങ്ങൾക്കറിയാമോ?

8.2. ട്രാൻസിസ്റ്റർ ആംപ്ലിഫയർ



ചിത്രം 8.2 ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഇൻപുട്ട്, ഔട്ട്പുട്ട് ഇംപിഡൻസ് കാണിക്കുന്ന ചിത്രം

ചിത്രത്തിൽ ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഇൻപുട്ട്, ഔട്ട്പുട്ട് ഭാഗങ്ങൾ പ്രതീകാത്മകമായി കൊടു ത്തിരിക്കുന്നു. ഒരു ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ്, V_i ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഇൻപുട്ടിൽ കൊടുത്താൽ അത് $I_i = V_i/R_i$ എന്ന ഇൻപുട്ട് കറന്റ് ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഈ ഇൻപുട്ട് കറന്റ്, I_i ഔട്ട്പുട്ടിൽ I_o എന്ന കറന്റുണ്ടാക്കുന്നു. ഇത് ഔട്ട്പുട്ടിൽ, $V_o = I_o R_o$ എന്ന ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജുണ്ടാക്കുന്നു.

ഇവിടെ R_i ചെറുതും R_o വലുതുമാവുകയും അതേസമയം I_o, I_i നേക്കാളും അധികമാവുകയും ചെയ്താൽ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജിനേക്കാൾ വളരെ വലുതാകുന്നതായി കാണാം. മറ്റൊരുതരത്തിൽ ഇവിടെ വോൾട്ടേജിന്റെ ആംപ്ലിഫിക്കേഷൻ നടക്കുന്നു. മുക ളിൽപ്പറഞ്ഞ സവിശേഷതകളുള്ള ഏതൊരു ഉപകരണത്തെയും വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫൈ ചെയ്യാൻ ഉപയോഗിക്കാം. ഇത്തരത്തിലുള്ള ഒരു ഉപകരണമാണ് ട്രാൻസിസ്റ്റർ.

[1] The name transistor comes from this transfer of resistance – 'transfer-resistance'

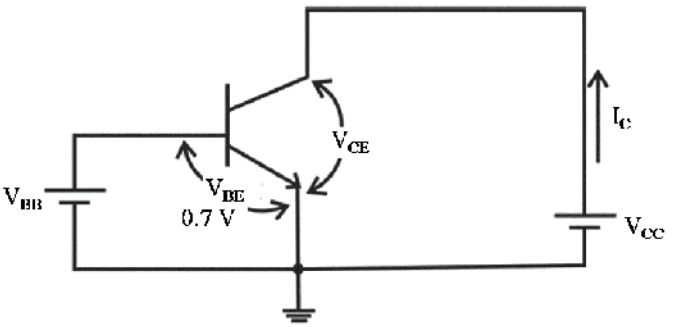
ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്റർ ആക്ടീവ് റീജിയണിൽ പ്രവർത്തിച്ചാൽ അതിന്റെ ഇൻപുട്ട് ജങ്ഷൻ ഫോർവേഡ് ബയാസിലും ഔട്ട്പുട്ട് ജങ്ഷൻ റിവേഴ്സ് ബയാസിലുമായിരിക്കും എന്ന് നമ്മൾ അഞ്ചാമത്തെ പാഠത്തിൽ കണ്ടുവല്ലോ. അതുകൊണ്ടുതന്നെ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഇൻപുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് ചെറുതും ഔട്ട്പുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് വലുതുമായിരിക്കും. ട്രാൻസിസ്റ്റർ റെസിസ്റ്റൻസ് കുറഞ്ഞ ഇൻപുട്ട് ജങ്ഷനിൽ നിന്ന് (E-B) റെസിസ്റ്റൻസ് കൂടിയ ഔട്ട്പുട്ട് ജങ്ഷനിലേക്ക് (C-B) കറന്റ് ട്രാൻസ്ഫർ ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടാണ് അതിന് ട്രാൻസിസ്റ്റർ എന്ന പേരു വന്നത്. ഈ പറഞ്ഞ പ്രത്യേകതയുള്ളതുകൊണ്ടാണ് ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെ ആംപ്ലിഫയറാക്കി ഉപയോഗിക്കാൻ പറ്റുന്നത്. കോമൺ ബെയ്സ്, കോമൺ എമിറ്റർ, കോൺഫിഗറേഷനുകളിൽ ഇൻപുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് കുറവും ഔട്ട്പുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് കൂടുതലുമായതിനാൽ അവയെ വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫയറാക്കി ഉപയോഗിക്കാം. കോമൺ കളക്ടർ കോൺഫിഗറേഷനിൽ ഇൻപുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് കൂടുതലും ഔട്ട്പുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് കുറവുമായതിനാൽ അതിനെ വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫയറായി ഉപയോഗിക്കാൻ പറ്റില്ല.

ട്രാൻസിസ്റ്റർ ഒരു കറന്റ് നിയന്ത്രിത ഉപകരണമാണ്. ഇതിൽ കളക്ടർ കറന്റ്, I_C യെ ബെയ്സ് കറന്റ് I_B നിയന്ത്രിക്കുന്നു. കോമൺ എമിറ്റർ (CE) കോൺഫിഗറേഷനിൽ I_B ഇൻപുട്ട് കറന്റും I_C ഔട്ട്പുട്ട് കറന്റുമാണ്. എന്നാൽ ട്രാൻസിസ്റ്ററിൽ I_C, I_B യുടെ β മടങ്ങായതിനാൽ ($I_C = \beta I_B$) CE കോൺഫിഗറേഷന് കറന്റും ആംപ്ലിഫൈ ചെയ്യാൻ കഴിയുന്നു. CC കോൺഫിഗറേഷനും കറന്റ് ആംപ്ലിഫൈ ചെയ്യാൻ കഴിയും. (ഗെയിൻ $=\beta+1$)

CE, CB, CC എന്നീ മൂന്നു കോൺഫിഗറേഷനുകളിൽ വച്ച് CE ക്ക് മാത്രമാണ് മെച്ചപ്പെട്ട കറന്റ് ഗെയിനും വോൾട്ടേജ് ഗെയിനുമുള്ളത്. അതിനാൽ ആംപ്ലിഫിക്കേഷനുവേണ്ടി CE കോൺഫിഗറേഷനാണ് വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഈ പാഠത്തിന്റെ തുടർചർച്ചകളിൽ CE കോൺഫിഗറേഷനിലാണ് നമ്മൾ ശ്രദ്ധകേന്ദ്രീകരിക്കുന്നത്.

8.3. ആംപ്ലിഫിക്കേഷനു വേണ്ടിയുള്ള ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ബയാസിങ്

സാധാരണനിലയിൽ ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലായി AC വോൾട്ടേജാണ് നൽകുന്നത്. ഈ AC വോൾട്ടേജിന് പോസിറ്റീവും നെഗറ്റീവും മൂല്യങ്ങളുണ്ട്. ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെ ഓൺ അവസ്ഥയിൽ നിലനിർത്താൻ അല്ലെങ്കിൽ ബെയ്സ് കറന്റ് ഒഴുകുന്നുണ്ടെന്ന് ഉറപ്പുവരുത്താൻ അതിന്റെ ബെയ്സ് വോൾട്ടേജ് എമിറ്ററിനെ അപേക്ഷിച്ച് 0.7V കൂടുതലായിരിക്കണം. ഇത് ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജിന്റെ പോസിറ്റീവ് പകുതിയിൽ 0.7V നു മുകളിൽ മാത്രമേ സംഭവിക്കുകയുള്ളൂ. ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് 0.7V ൽ താഴെ (മുഴുവൻ നെഗറ്റീവ് പകുതിയിലും) വരുമ്പോൾ ട്രാൻസിസ്റ്റർ കറന്റ് കടത്തിവിടില്ല. ഈ അവസ്ഥയിൽ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ബെയ്സിൽ ഒരു പ്രത്യേകം DC വോൾട്ടേജ് കൊടുത്ത് ബെയ്സിനും എമിറ്ററിനും ഇടയിലുള്ള വോൾട്ടേജ് 0.7V മുകളിൽ ഉണ്ടാകും എന്നു ഉറപ്പുവരുത്തുന്നതിനെയാണ് ബയാസിങ് എന്നു പറയുന്നത്.

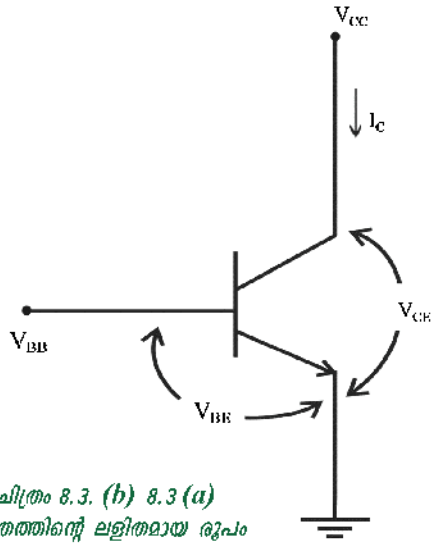


ചിത്രം 8.3. (a) എമിറ്റർ-ബെയ്സ് ജങ്ഷൻ ഫോർവേഡ് ബയാസും കളക്ടർ - ബെയ്സ് ജങ്ഷൻ റിവേഴ്സ് ബയാസും) ചിത്രം 8.3. (a) യെ ചിത്രം 8.3. (b) ആയി സൗകര്യപൂർവം മാറ്റി വരയ്ക്കാവുന്നതാണ്.

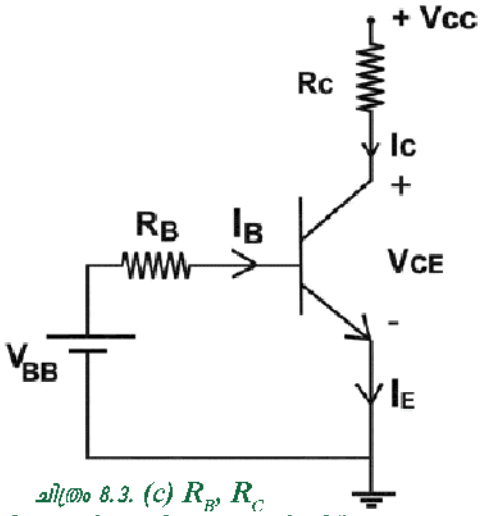
താഴെക്കൊടുത്തിട്ടുള്ള ചിത്രം 8.3. (a) ശ്രദ്ധിക്കുക. ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെ ആക്ടീവ് മേഖലയിൽ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതിനായി ബെയ്സ്-എമിറ്റർ ജങ്ഷനെ V_{BB} ഉപയോഗിച്ച് ഫോർവേഡ് ബയാസ് ചെയ്യുകയും കളക്ടർ - ബെയ്സ്

[2] For DC amplification, we use special circuits, which will be discussed later.

ജങ്ഷനെ Vcc ഉപയോഗിച്ച് റിവേഴ്സ് ബയാസ് ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. ഇവിടെ Vcc കളക്ടറിനും എമിറ്ററിനുമിടയിലാണ് ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത്. അതിനാൽ Vcc എന്ന വോൾട്ടേജ് V_{BB} യേക്കാളും കൂടുതലായാൽ മാത്രമേ കളക്ടർ ബെയ്സ് ജങ്ഷൻ റിവേഴ്സ് ബയാസ് ആവുകയുള്ളൂ.



ചിത്രം 8.3. (b) 8.3 (a)
ചിത്രത്തിന്റെ ലളിതമായ രൂപം



ചിത്രം 8.3. (c) R_B, R_C
റെസിസ്റ്ററുകൾ കാണിക്കുന്ന സെർക്കീട്ട്

സെർക്കീട്ടിൽ ആവശ്യമായ ബെയ്സ് കറന്റ് കിട്ടുന്നതിനായി V_{BB} എന്ന വോൾട്ടേജിനു ശ്രേണിയിൽ ഒരു നിശ്ചിത മൂല്യമുള്ള റെസിസ്റ്റൻസ് ഘടിപ്പിക്കുന്നു. ചിത്രം 8.3. (c) നോക്കുക.

I_B യുടെ മൂല്യം തീരുമാനിക്കപ്പെടുമ്പോൾ I_C യുടെ മൂല്യവും തീരുമാനിക്കപ്പെടുന്നു. ($I_C=\beta I_B$) ഇനി V_{CE} യുടെ മൂല്യം തീരുമാനിക്കുന്നതിനായി കളക്ടറിൽ Rc എന്ന റെസിസ്റ്റൻസ് ഘടിപ്പിക്കേണ്ടതാണ്. ഇത്തരത്തിലാണ് ഓപ്പറേറ്റിങ് പോയിന്റ് തീരുമാനിക്കപ്പെടുന്നത്.

ചിത്രം 8.3. (c) യിൽ കൊടുത്തിട്ടുള്ള ബയാസിങ് സെർക്കീട്ടിനെ ചിത്രം 8.3. (d) യിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള പോലെ വരയ്ക്കാവുന്നതാണ്.

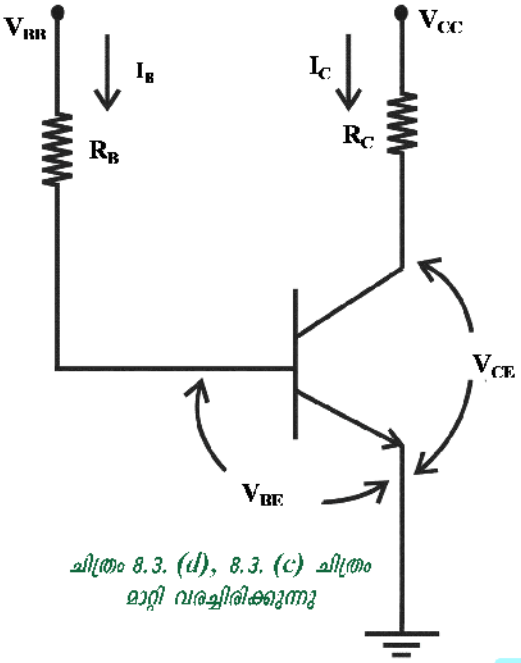
V_{BB}, V_{CC} എന്നിങ്ങനെ രണ്ടു പ്രത്യേക വോൾട്ടേജ് സോഴ്സുകൾ സെർക്കീട്ടിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നത് ചെലവേറിയതും അസൗകര്യമുളവാക്കുന്നതുമാണ്. ഈ രണ്ട് വോൾട്ടേജുകളെയും ഒരൊറ്റ സോഴ്സിൽ നിന്നു ലഭ്യമാക്കുന്നത് എങ്ങനെയാണെന്ന് ചിത്രം 8.3 (e) യിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

ഈ സെർക്കീട്ടിന്റെ ഇൻപുട്ട് ഭാഗത്ത് കിർച്ചോഫ് വോൾട്ടേജ് നിയമം അനുസരിച്ച് താഴെപ്പറയുന്ന സമവാക്യങ്ങൾ എഴുതാം.

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE}$$

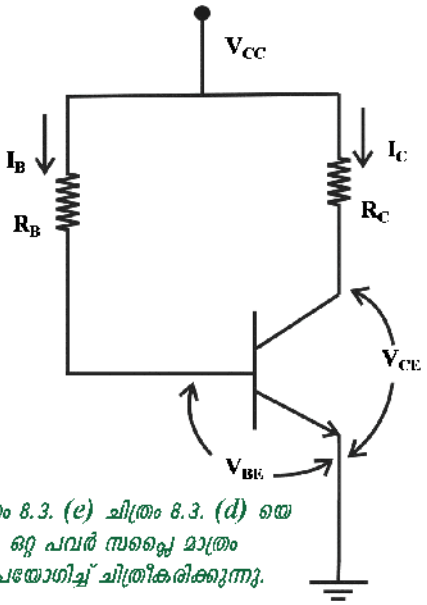
$$I_B = (V_{CC} - V_{BE}) / R_B$$

V_{BE} യുടെ മൂല്യം ($V_{BE} = 0.7V$) V_{CC} യെ അപേക്ഷിച്ച് വളരെ കുറവായതിനാൽ ഇവിടെ V_{BE} യെ അവഗണിക്കാവുന്നതാണ്. അതുകൊണ്ട് $I_B = V_{CC} / R_B$ ആണ്.



ചിത്രം 8.3. (d), 8.3. (c) ചിത്രം മാറ്റി വരച്ചിരിക്കുന്നു

ഇവിടെ V_{CC} ഒരു സ്ഥിരാങ്കമാണ്. അതിനാൽ R_B യുടെ മൂല്യം നിശ്ചയിച്ചാൽ I_B യുടെ വില ഉറപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. (അല്ലെങ്കിൽ ഫിക്സ് ചെയ്യപ്പെടുന്നു). അതുകൊണ്ട് ഈ സെർക്കീട്ടിനെ **ഫിക്സഡ് ബയാസിംങ് സെർക്കീട്ട്** എന്നു വിളിക്കുന്നു.



ചിത്രം 8.3. (e) ചിത്രം 8.3. (d) യെ ഒറ്റ പവർ സപ്ലൈ മാത്രം ഉപയോഗിച്ച് ചിത്രീകരിക്കുന്നു.

സെർക്കീട്ടിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ഭാഗം പരിഗണിച്ചാൽ

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE}$$

$$I_C = (V_{CC} - V_{CE}) / R_C$$

V_{CC} യും R_B യും ചേർന്ന് I_B യുടെ മൂല്യം നിശ്ചയിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ട് I_C യുടെ മൂല്യവും തീരുമാനിക്കപ്പെടുന്നു. ($I_C = \beta I_B$) മുകളിൽ കൊടുത്ത സമവാക്യം പ്രകാരം I_C യുടെ മൂല്യം നിശ്ചയിക്കപ്പെട്ടാൽ V_{CE} യുടെ മൂല്യവും നിശ്ചയിക്കപ്പെടുന്നു. V_{CE} യുടെയും I_C യുടെയും മൂല്യങ്ങൾ സ്ഥിരപ്പെട്ടാൽ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റും സ്ഥിരപ്പെടുന്നു. അതിനാൽ ആംപ്ലിഫയറിനെ ആക്ടീവ് മേഖലയിൽ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതിനായി V_{CC}, R_B, R_C എന്നിവയ്ക്ക് ഉചിതമായ മൂല്യംതിരഞ്ഞെടുത്താൽ മതി.

എന്നാൽ ഫിക്സഡ് ബയാസിങിന് താഴെപ്പറയുന്ന കോട്ടങ്ങളുണ്ട്.

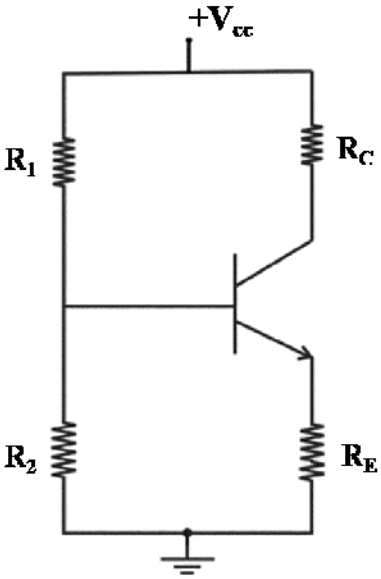
1) ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ കറന്റ് ഗെയിനായ 'β' യെ ആശ്രയിക്കുന്നു.

2) ഈ ബയാസിങിന് താപീയപലായനം (Thermal run away) എന്ന പ്രശ്നം പരിഹരിക്കാൻ കഴിയില്ല.

ഈ രണ്ടു പ്രശ്നങ്ങളും എന്തെന്ന് പരിശോധിക്കാം.

ഫിക്സഡ് ബയാസിങിൽ ആംപ്ലിഫയറിലെ ട്രാൻസിസ്റ്റർ ഏതെങ്കിലും കാരണത്താൽ മാറ്റുന്ന സാഹചര്യത്തിൽ പുതിയ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ 'β' യിൽ നേരിയ വ്യത്യാസമുണ്ടാവും. I_B യുടെ മൂല്യം സ്ഥിരമായതുകൊണ്ട് 'β' മാറുമ്പോൾ I_C യും അതിനാൽ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റും മാറുന്നു.

ആംപ്ലിഫയർ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ സെർക്കീട്ടിൽ കളക്ടർ കറന്റ് ഒഴുകുന്നു. ഈ കറന്റ് കളക്ടർ - ബെയ്സ് ജങ്ഷനിൽ താപമുണ്ടാക്കുന്നു. ഈ താപം കാരണം CB ജങ്ഷനിൽ കൂടുതൽ മൈനോറിറ്റി ചാർജ്വാഹകർ ഉണ്ടാകുന്നു. ഇത് പിന്നാക്ക ലീക്കേജ് (Reverse leakage) കറന്റിനെ കൂട്ടുകയും അതു കാരണം കളക്ടർ കറന്റ് വീണ്ടും വർധിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിനാൽ താപം വീണ്ടും കൂടുകയും അത് മേൽപ്പറഞ്ഞതരത്തിൽ കളക്ടർ കറന്റിനെ വർധിപ്പിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രവർത്തനം തുടർന്ന് അവസാനം താപം ക്രമാതീതമായി വർധിച്ച് ട്രാൻസിസ്റ്ററിനു കേട്പാടു സംഭവിക്കുന്നു. ഈ പ്രതിഭാസമാണ് തെർമൽ റൺ എവേ.

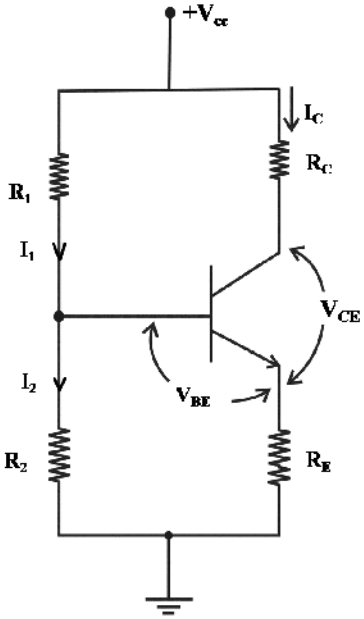


ചിത്രം 8.3. (f) വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസിങ് സെർക്കീട്ട്

ചിത്രം 8.3. (f)ൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള ബയാസിങ് സെർക്കീട്ട് തെർമൽ റൺ എവേ എന്ന പ്രശ്നം മറികടക്കാൻ സഹായിക്കുന്ന തരത്തിലുള്ളതാണ്. കൂടാതെ ഇതിൽ I_C യുടെയും V_{CE} യുടെയും മൂല്യങ്ങൾ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ 'β'യെ ആശ്രയിക്കുന്നത് പരമാവധി കുറഞ്ഞിരിക്കും. ഇത് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റിനെ സ്ഥിരപ്പെടുത്താൻ സഹായിക്കും. ട്രാൻസിസ്റ്റർ മാറുമ്പോഴും താപനില മാറുമ്പോഴും 'β'യുടെ മൂല്യം മാറുമ്പോഴും ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റിന് വ്യത്യാസമുണ്ടാവുകയില്ല.

വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയസിംഗ് സെർക്കീട്ട്

ആംപ്ലിഫയറുകളിൽ ഏറ്റവും വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന ബയാസിങ് സെർക്കീട്ടാണ് വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസിങ്. ഇവിടെ റെസിസ്റ്ററുകൾ R_1 ഉം R_2 ഉം ഉപയോഗിച്ച് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഇൻപുട്ടിൽ ഒരു വോൾട്ടേജ് വിഭജിക്കുന്ന സെർക്കീട്ട് ഉണ്ടാക്കുന്നു. ചിത്രം 8.4 നോക്കുക.



ചിത്രം 8.4. വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസിങ് സെർക്കീട്ട്

R_1 എന്ന റെസിസ്റ്ററിലൂടെ I_1 എന്ന കറന്റും R_2 വിലൂടെ I_2 ഉം ഒഴുകുന്നു. $I_1 = I_2 + I_B$ എന്നു കാണാം. എന്നാൽ ബെയ്സ് കറന്റായ I_B അവഗണിക്കാവുന്നത്ര ചെറുതായതിനാൽ നമുക്ക് $I_1 = I_2$ എന്നെഴുതാം.

ചിത്രം 8.4. ലെ ഇൻപുട്ട് ഭാഗം പരിഗണിച്ചാൽ $I_1 = I_2$.

കിർച്ചോഫ് വോൾട്ടേജ് നിയമം ഉപയോഗിച്ചാൽ

$$V_{CC} = I_1(R_1+R_2)$$
$$\text{or} \quad = I_2(R_1+R_2)$$

R_2 വിന് കുറുകെയുള്ള വോൾട്ടേജ്,

$$V_B = V_{CC} \times (R_2 \div (R_1+R_2))$$
$$\mathbf{V_B = V_{CC} \times (R_2 \div (R_1+R_2))} \quad \ldots\ldots\ldots \mathbf{(1)}$$

എന്നാൽ $V_B = V_{BE}+V_{RE}$

$$\mathbf{V_{RE} = V_{CC} \times \frac{R_2}{R_1+R_2} - V_{BE}}$$

ഓം നിയമമനുസരിച്ച് $I_E = V_{RE}/R_E$

I_C യും I_E യും ഏകദേശം തുല്യമായതിനാൽ

$$\mathbf{I_C = V_{RE}/R_E} \quad \ldots\ldots\ldots \mathbf{(2)}$$

ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ഭാഗം പരിഗണിച്ചാൽ

$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + V_{RE}$$
$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + I_E R_E$$
$$V_{CC} = I_C R_C + V_{CE} + I_C R_E$$
$$V_{CC} = I_C(R_C+R_E) + V_{CE}$$
$$\mathbf{V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C+R_E)} \quad \ldots\ldots\ldots \mathbf{(3)}$$

സമവാക്യങ്ങൾ 2 ഉം 3 ഉം പരിശോധിച്ചാൽ I_C, V_{CE} യുടെ മൂല്യങ്ങൾ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ 'β' യുമായി ബന്ധമില്ല എന്നു മനസ്സിലാക്കാം. അതുകൊണ്ട് ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെ മാറ്റുമ്പോൾ ഓപ റേറ്റിങ് പോയിന്റ് മാറുന്നില്ല.

ഈ സെർക്കീട്ടിലെ R_E എന്ന പ്രതിരോധക (Resistor) ത്തിന്റെ പ്രാധാന്യം എന്തെന്നു നോക്കാം. തെർമൽ റൺ എവേയിൽ I_C ക്രമാതീതമായി വർധിക്കുമായിരുന്നു. ഇവിടെ I_C വർധിച്ചാൽ I_E യും കൂടുന്നു. I_E കൂടുമ്പോൾ V_{RE} യും കൂടും.

എന്നാൽ $V_B = V_{BE} + V_{RE}$

സമവാക്യം 1 ൽ കാണിച്ച പ്രകാരം V_B ഒരു സ്ഥിരാങ്കമാണ്. അതിനാൽ V_{RE} കൂടുമ്പോൾ V_{BE} കുറയും. ഇത് I_B യെ കുറയ്ക്കുകയും തദ്ഫലമായി I_C കുറയുകയും ചെയ്യും. അങ്ങിനെ I_C യുടെ മൂല്യം കൂടാതെ അത് ഒരു സ്ഥിരാങ്കമായി മാറുന്നു. അതുകൊണ്ടുതന്നെ കളക്ടർ ജങ്ഷനിലെ താപം ക്രമാതീതമായി വർധിക്കുന്നില്ല. അങ്ങനെ തെർമൽ റൺ എവേ ഒഴിവാക്കപ്പെടുന്നു. ഇവിടെ V_{RE} എന്ന വോൾട്ടേജ് ഉണ്ടാവുന്നത് എമിറ്ററിൽ R_E എന്ന പ്രതിരോധം ഉപയോഗിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ്. ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ, R_E യാണ് തെർമൽ റൺ എവേ ഒഴിവാക്കാൻ സഹായിക്കുന്നത്. ഇത്തരം നേട്ടങ്ങൾ ഉള്ളതുകൊണ്ട് ഈ ബയാസിംഗ് സെർക്കീട്ട് സാർവ്വത്രിക ബയാസിംഗ് സെർക്കീട്ട് (Universal Biasing circuit) എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

പ്രശ്നം 8.1

ചിത്രം 8.4. ൽ കൊടുത്ത സെർക്കീട്ടിൽ R_1=10 KΩ, R_2=5 KΩ, R_E=10 KΩ, R_C=5 KΩ എന്നിങ്ങനെയാണ്. ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് രേഖപ്പെടുത്തുക. V_{CC}= 15v.

പരിഹാരം

$V_E = V_B - V_{BE}$

$V_E = V_B$ (V_{BE} യെ അവഗണിക്കാവുന്നതാണ്)

$V_E = V_{CC} \times (R_2 \div (R_1 + R_2)$

$= 15 \times \frac{5K}{15K}$

$= 5V$

$I_E = V_E/R_E$

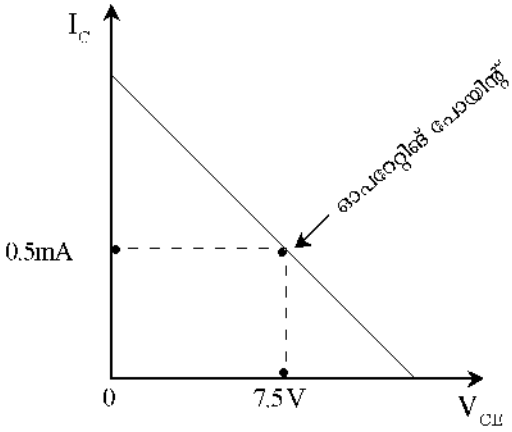
$= 5/10K$

$= 0.5mA$

$I_C = I_E = 0.5mA$

$V_{CE} = V_{CC} - I_E(R_E + Rc)$

$= 15 - (0.5 \times 15) = 7.5V$



ഇവിടെ കണ്ടുപിടിച്ചിരിക്കുന്ന V_{CE}, I_C മൂല്യങ്ങളുപയോഗിച്ച് ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് താഴെ ഗ്രാഫിൽ രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു.

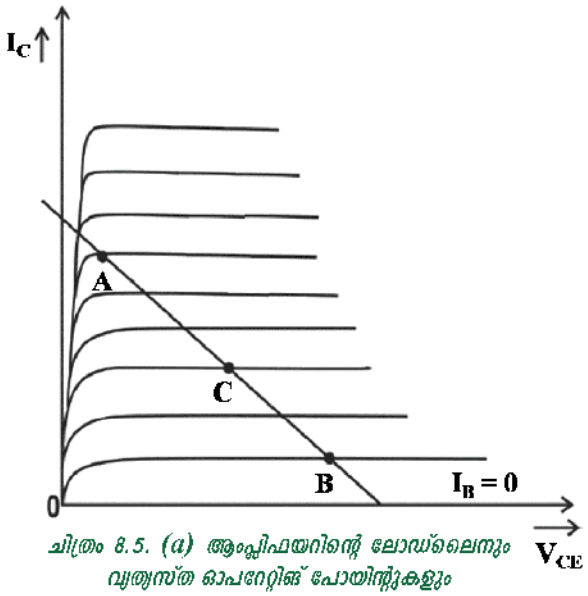
പ്രവർത്തനം - 1

ചിത്രം 8.4. ൽ R_1=40 KΩ, R_2=5 KΩ, Rc=5 KΩ, RE=1 KΩ, V_{CC}=12 V, V_{BE}= 0.3 V, β = 100 എന്നിങ്ങനെയാണ്. സെർക്കീട്ടിലെ വോൾട്ടേജുകളും കറന്റുകളും കണ്ടുപിടിക്കുക. ഇവ വോൾട്ട്മീറ്ററും അമ്മീറ്ററും ഉപയോഗിച്ച് അളന്ന് സാധൂകരിക്കുക.

8.4. ഓപ്പറേറ്റിങ് പോയിന്റ് നിർണയിക്കൽ

ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ പ്രവർത്തനം ഏറ്റവും മികച്ചതാക്കാൻ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് എവിടെയാകണം എന്നതിനെക്കുറിച്ചാണ് ഇവിടെ ചർച്ചചെയ്യുന്നത്. ചിത്രം 8.5 (a) കാണുക.

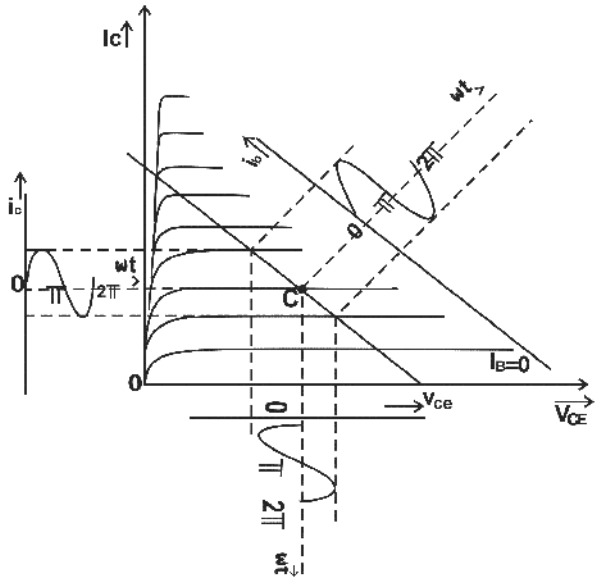
ഈ ചിത്രത്തിലെ ലോഡ്ലൈനിൽ മുകളിൽ A,B,C എന്നീ പോയിന്റുകൾ പരിഗണിക്കുക.



ചിത്രം 8.5. (a) ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ലോഡ്ലൈനും വ്യത്യസ്ത ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റുകളും

1. ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് ആക്ടീവ് മേഖലയുടെ നടുവിൽ (പോയിന്റ് C)

ഈ ചിത്രത്തിൽ ഇൻപുട്ട് സിഗ്നൽ മാറുന്നതിന് അനുസരിച്ച് I_B മാറുന്നതും അതോടൊപ്പം I_C യുടെയും V_{CE} യുടെയും മാറ്റങ്ങളും കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ നിന്ന് ഔട്ട്പുട്ട് സിഗ്നലിന് ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിന്റെ ആകൃതിതന്നെയായിരിക്കും എന്നു മനസ്സിലാക്കാം.

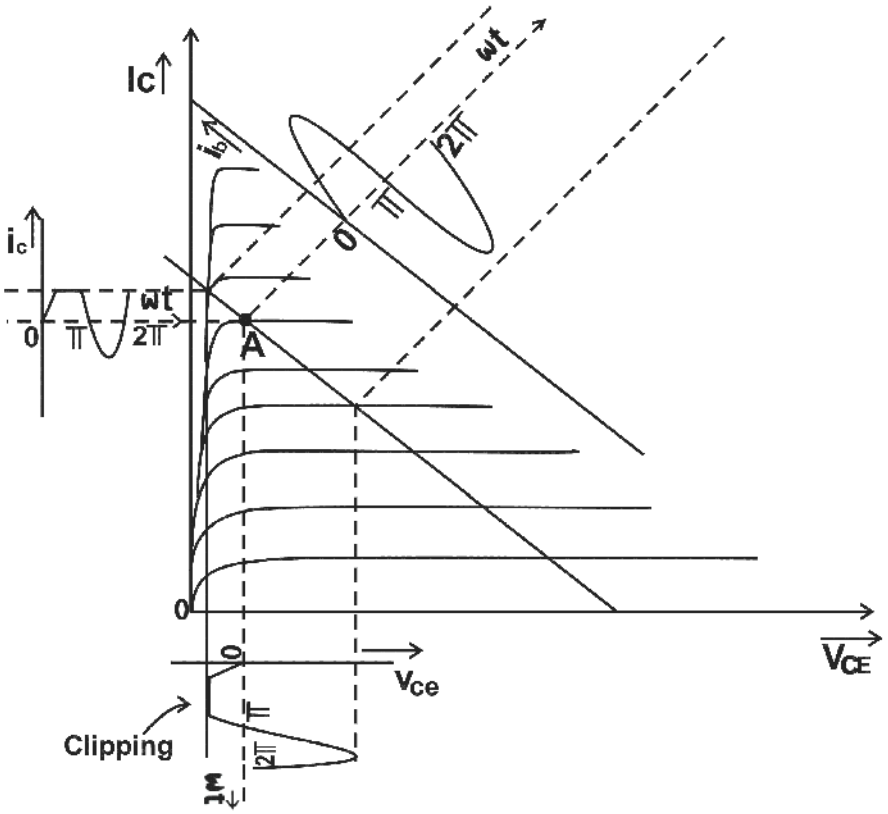


ചിത്രം 8.5 (b) ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് ലോഡ്ലൈനിനു നടുവിൽ

ഇവിടെ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് നടുവിലായതുകൊണ്ട് I_Cക്കും V_{CE}ക്കും അവിടെനിന്ന് കട്ട് ഓഫിലേക്കും സാച്ചുറേഷനിലേക്കും പരമാവധി ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിന്റെ മാറ്റത്തിനനുസരിച്ച് മാറാൻ കഴിയും. അതുകൊണ്ട് ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജിന് ആകൃതിമാറ്റം സംഭവിക്കുന്നില്ല.

2. ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് സാച്ചുറേഷൻ മേഖലയ്ക്കരികിൽ (പോയിന്റ് A)

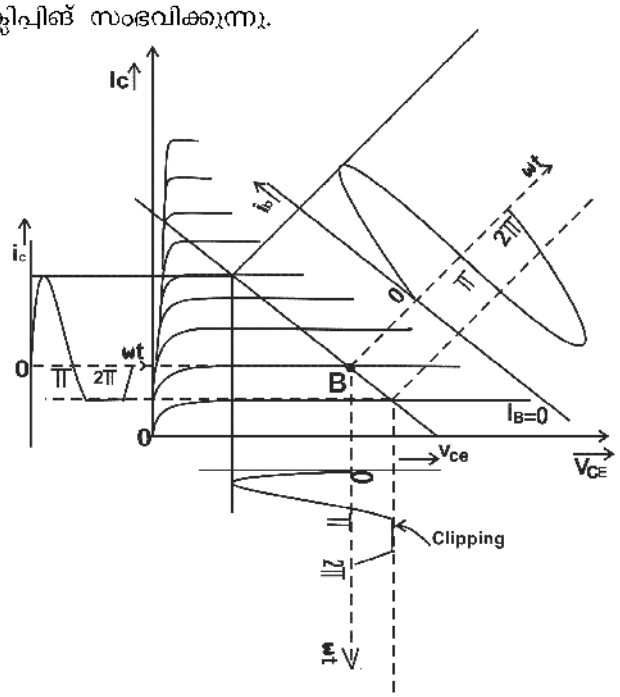
ചിത്രം 8.5. (c) നോക്കുക. ഇവിടെ ഓപ്പറേറ്റിങ് പോയിന്റ് A സാച്ചുറേഷന് അടുത്താണ്. I_C ഇപ്പോൾ അതിന്റെ ഏറ്റവും കൂടിയ മൂല്യമായ $I_C(max)$ന് അടുത്താണ്. ഇപ്പോൾ ഇൻപുട്ടിന്റെ പോസിറ്റീവ് പകുതിയിൽ I_B യും അതുവഴി I_C യും കൂടുന്നു. എന്നാൽ I_C ഒരൽപ്പം കൂടുമ്പോൾതന്നെ അതിന്റെ ഏറ്റവും കൂടിയ നിലയിലെത്തുന്നു. അതിനുശേഷം ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് I_C കൂടുകയില്ല. പകരം അത് ഒരു നിലയിൽ സ്ഥിരമായി നിൽക്കുന്നു. I_C മാറുന്നില്ലെങ്കിൽ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് V_{CE} യും മാറുന്നില്ല. ചുരുക്കിപ്പറഞ്ഞാൽ, ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ് മാറുന്നതിനനുസരിച്ച് ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജിൽ മാറ്റം ഉണ്ടാകുന്നില്ല. ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജിന് പോസിറ്റീവ് പകുതിയിൽ ക്ലിപ്പിങ് സംഭവിക്കുന്നു അഥവാ അതിന് ആകൃതിമാറ്റം ഉണ്ടാകുന്നു. എന്നാൽ നെഗറ്റീവ് പകുതിക്ക് പ്രശ്നങ്ങളൊന്നും സംഭവിക്കുന്നില്ല.



ചിത്രം 8.5. (c) ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് A, സാച്ചുറേഷൻ മേഖലയ്ക്കരികിൽ

3. ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് കട്ട് ഓഫിനരികിൽ (പോയിന്റ് B)

ചിത്രം 8.5. (d) യിൽ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് B കട്ട് ഓഫിനരികിലാണ്. അതിനാൽ ഇൻപുട്ടിന്റെ പോസിറ്റീവ് പകുതിയിൽ I_c ക്ക് കട്ട് ഓഫിനടുത്തു നിന്ന് സാച്ചുറേഷൻ വരെ മാറാം. എന്നാൽ ഇൻപുട്ടിന്റെ നെഗറ്റീവ് പകുതിയിൽ വോൾട്ടേജ് ഒരൽപ്പം കുറയുമ്പോൾ തന്നെ ആംപ്ലിഫയർ കട്ട് ഓഫിലെത്തുകയും I_c പൂജ്യമായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇൻപുട്ടിന്റെ ഇനിയുള്ള മാറ്റത്തിനനുസരിച്ച് I_c ക്ക് മാറാൻ കഴിയില്ല. അതുകൊണ്ട് ഇപ്പോൾ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജിന് ക്ലിപ്പിങ് സംഭവിക്കുന്നു.



ചിത്രം 8.5 (d) ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ്, B, കട്ട് ഓഫിനരികിൽ

മേൽക്കൊടുത്ത വിവരണങ്ങളിൽനിന്ന് നമുക്കു മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയുന്നത് ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റിന്റെ ഏറ്റവും ഉചിതമായ സ്ഥാനം ലോഡ് ലൈനിന്റെ ഒത്ത നടുവിലാണെന്നാണ്. ഈ പോയിന്റിൽ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് V_{CE}, V_{CC} യുടെ പകുതിയായിരിക്കും.

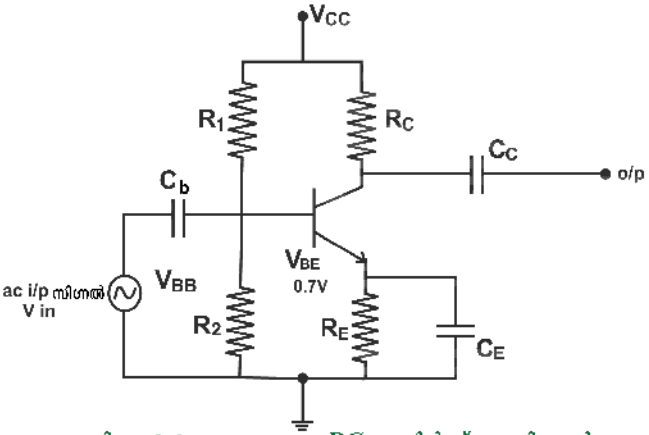
ഒരു ബയാസിംഗ് സെർക്കീട്ടിന്റെ ഏറ്റവും പ്രധാന ലക്ഷ്യങ്ങൾ താഴെപ്പറയുന്ന രീതിയിൽ സംഗ്രഹിക്കാം.

1. ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റിനെ ലോഡ് ലൈനിന്റെ ഒത്തനടുവിൽ സ്ഥാപിക്കൽ. അതിനാൽ ഇൻപുട്ട് കൊടുക്കുമ്പോൾ തൽസമയ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് കട്ട്ഓഫിലോ സാച്ചുറേഷനിലോ എത്തുന്നില്ല.
2. ഊഷ്മാവിന്റെ മാറ്റത്തിൽനിന്നും കളക്ടർ കറന്റിനെ സ്ഥിരപ്പെടുത്തൽ.
3. ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ 'β' യെ ആശ്രയിക്കുന്നത് ഒഴിവാക്കൽ. അതിനാൽ ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്റർ മാറ്റി പുതിയൊരെണ്ണം ആംപ്ലിഫയറിൽ വയ്ക്കുമ്പോൾ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് മാറുന്നില്ല.

8.5 ഏകഘട്ട RC കപ്പിൾഡ് ആംപ്ലിഫയർ (Single stage RC Coupled Amplifier)

ഒരു ആംപ്ലിഫയർ നല്ല രീതിയിൽ പ്രവർത്തിക്കുന്നതിനാവശ്യമായ ബയാസിംഗിനെക്കുറിച്ചാണ് ഇതുവരെ പറഞ്ഞത്. ഇനി ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ സെർക്കീട്ട് ഡയഗ്രത്തെക്കുറിച്ച് ചർച്ചചെയ്യാം.

ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ മാതൃകാ സെർക്കീട്ട് ചിത്രം 8.6 ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 8.6. ഏകഘട്ടമുള്ള RC കപ്പിൾഡ് ആംപ്ലിഫയർ

ഇവിടെ ശക്തിപ്പെടുത്തേണ്ട ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിനെ ബെയ്സിൽ കൊടുക്കുന്നു. ആംപ്ലിഫൈ ചെയ്യപ്പെട്ട ഔട്ട്പുട്ട് സിഗ്നൽ കളക്ടറിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്നു. ഇൻപുട്ട് AC സിഗ്നലിനെ ബെയ്സിലേക്ക് എത്തിക്കുന്നത് C_b എന്ന കപ്പാസിറ്ററിലൂടെയാണ്. ഈ കപ്പാസിറ്ററിനെ ഇൻപുട്ട് കപ്ലിങ് കപ്പാസിറ്റർ എന്നുവിളിക്കുന്നു. ഈ കപ്പാസിറ്റർ ഉപയോഗിച്ചില്ലെങ്കിൽ ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിന്റെ സോഴ്സ് റെസിസ്റ്റൻസ് R_s എന്ന പ്രതിരോധത്തിന് സമാന്തരമായി വരും. സോഴ്സിന്റെ റെസിസ്റ്റൻസ് R_s വിനെ അപേക്ഷിച്ച് വളരെ ചെറുതായതിനാൽ അവയുടെ സഫല റെസിസ്റ്റൻസ് കുറയുകയും തൽഫലമായി ബെയ്സിലെ ബയാസ് വോൾട്ടേജ് കുറയുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റിനെ മാറ്റുന്നു. DC ബയാസ് വോൾട്ടേജ് മാറാതിരിക്കണമെങ്കിൽ DCയിൽ സിഗ്നൽ സോഴ്സ് R_s വിന് സമാന്തരമായി വരാൻ പാടില്ല. അതേസമയം ഇൻപുട്ട് AC സിഗ്നൽ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ബെയ്സിൽ എത്തുകയും വേണം. ഇതിനുള്ള ഒരു പരിഹാരമാണ് കപ്പാസിറ്റർ കപ്ലിങ്.

R_E എന്ന റെസിസ്റ്റർ സെർക്കീട്ടിന് സ്ഥിരത നൽകുന്നു. ഇത് I_C കറന്റിനെ സ്ഥിരപ്പെടുത്തുന്നതോടൊപ്പം തെർമൽ റൺ എവേ ഒഴിവാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതെങ്ങനെയെന്ന് ഇതിനകം നമ്മൾ കണ്ടുകഴിഞ്ഞല്ലോ. എന്നാൽ AC വോൾട്ടേജിന്റെ ഒരു ഭാഗം R_E യിൽ വരുന്നതു കൊണ്ട് ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് കുറയുന്നു. ചുരുക്കത്തിൽ, DCബയസ് വോൾട്ടേജ് ഉണ്ടാവുകയും R_E യിൽ അതേ സമയം ACവോൾട്ടേജ് R_E യിൽ ഉണ്ടാവാതിരിക്കുകയും വേണം. ഇതു പരിഹരിക്കാൻ നമ്മൾ C_E എന്ന കപ്പാസിറ്റർ R_Eക്ക് സമാന്തരമായി ഘടിപ്പിക്കുന്നു. ഈ കപ്പാസിറ്ററിനെ എമിറ്റർ ബൈപ്പാസ് കപ്പാസിറ്റർ എന്നു വിളിക്കുന്നു. ഈ ബൈപ്പാസ് കപ്പാസിറ്റർ ഉപയോഗിച്ചില്ലെങ്കിൽ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് കുറയുന്നു, അല്ലെങ്കിൽ ആംപ്ലിഫിയറിന്റെ ഗെയിൻ കുറയുന്ന അവസ്ഥയുണ്ടാവുന്നു.

ഒരു കപ്പാസിറ്റർ DCയെ കടത്തിവിടുന്നില്ല. എന്നാൽ ACയെ അതിന്റെ ഫ്രീക്വൻസിക്കനുസരിച്ചു കടത്തിവിടുന്നു. അതുകൊണ്ട് AC സിഗ്നൽ R_E യിലൂടെ കടന്നു പോവാതെ കപ്പാസിറ്ററിലൂടെ പോകുന്നു. അതേസമയം DCയിൽ കപ്പാസിറ്റർ ഓപ്പൺ സെർക്കീട്ടായതിനാൽ R_Eക്ക് കുറുകെ DC വോൾട്ടേജ് ഉണ്ടാവുകയും അത് തെർമൽ റൺ എവേ തടയുകയും ചെയ്യുന്നു. അതുപോലെ കളക്ടറിലുള്ള ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് ലോഡിലെത്തിക്കാൻ ഔട്ട്പുട്ട് കപ്ലിങ് കപ്പാസിറ്ററായ C_C ഉപയോഗിക്കുന്നു. കപ്പാസിറ്ററില്ലാതെ ലോഡ് നേരിട്ട് കളക്ടറിൽ ഘടിപ്പിക്കുമ്പോൾ DC കളക്ടർ വോൾട്ടേജ് മാറുകയും V_{CE}, I_C എന്നിവ മാറി ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റിന് മാറ്റം വരുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ കപ്പാസിറ്ററിലൂടെ ഔട്ട്പുട്ട് ACവോൾട്ടേജ് ലോഡിലെ

ത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇവിടെ DC ബയാസിങ് വോൾട്ടേജിനു മാറ്റം വരുന്നില്ല. ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ലോഡിലെത്തിക്കാൻ കളക്ടർ റെസിസ്റ്റൻസ്, R_C, കപ്ലിങ് കപ്പാസിറ്റർ C_C, എന്നിവ ഉപയോഗിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ് ഇതിനെ R_C കപ്പിൾഡ് ആംപ്ലിഫയർ എന്നു വിളിക്കുന്നത്.

ഗെയിൻ

CE ആംപ്ലിഫയറിന്റെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ താഴെപ്പറയുന്ന രീതിയിൽ കണ്ടുപിടിക്കുന്നു.

$$\text{വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ, } A = \frac{\text{ഔട്ട്പുട്ടിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ്, } V_{out}}{\text{ഇൻപുട്ടിന്റെ ആംപ്ലിറ്റ്യൂഡ്, } V_{in}}$$

$$= i_c.R_C / i_b.R_i$$

$$\text{എന്നാൽ } R_i = \beta\, r_e,\ i_c = \beta\, i_b$$

ഇവിടെ R_C കളക്ടർ റെസിസ്റ്റൻസും r_e ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ എമിറ്റർ - ബെയ്സ് ജങ്ഷൻ റെസിസ്റ്റൻസുമാണ്.

അതുകൊണ്ട് $A = R_C / r_e$

$r_e = 26\text{mV}/I_C$ (ഏകദേശം)

ചിലപ്പോഴൊക്കെ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിനിനെ ഡെസിബെൽ (dB) എന്ന യൂണിറ്റിൽ കാണിക്കാറുണ്ട്.

$$\text{ഗെയിൻ (dB)} = 20 \log_{10} (V_{out}/V_{in}) = 20 \log_{10}(A)$$

പ്രശ്നം 8.2.

ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ 10 ആണെങ്കിൽ അത് dB യിൽ എത്രയായിരിക്കും?

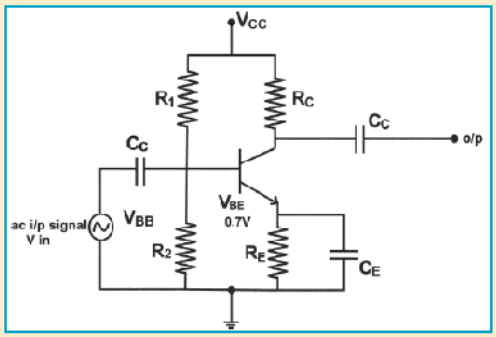
പരിഹാരം

$$\text{ഗെയിൻ (dB)} = 20 \log_{10}(A) = 20 \log_{10} 10$$
$$= 20 \times 1 = 20\ \text{dB}$$

പ്രവർത്തനം 2

താഴെപ്പറയുന്ന കമ്പോണന്റുകൾ ഉപയോഗിച്ച് ഒരു ആംപ്ലിഫയർ സെർക്കീട്ട് ഉണ്ടാക്കുക.

$R_1 = 33\ K\Omega$,
$R_C = 1.5\ K\Omega$,
$R_2 = 3.3\ K\Omega$, $R_E = 330\ K\Omega$, $C_{in} = 10\ \mu F$,
$Cc = 10\ \mu F$,
$C_E = 100\ \mu F$



ചിത്രം 8.7

1. ഈ സെർക്കീട്ടിലെ I_C, V_{CE} എന്നിവ CRO ഉപയോഗിച്ച് അളക്കുക.
2. ഔട്ട്പുട്ടിന് ക്ലിപ്പിങ് സംഭവിക്കാത്ത രീതിയിൽ ലഭിക്കാവുന്ന ഏറ്റവും കൂടിയ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് അളക്കുക.
3. $1KH_Z$ ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ കണ്ടുപിടിക്കുക.
4. ലോഡ് പ്രതിരോധത്തിന്റെ വ്യത്യസ്ത മൂല്യങ്ങൾക്ക് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ കണ്ടുപിടിക്കുക.

ഡെസിബെൽ സമ്പ്രദായം

രണ്ടു പവറുകൾ താരതമ്യം ചെയ്യാൻ ലോഗരിതം ഉപയോഗിക്കാം. P_1 എന്ന പവറിനെ അപേക്ഷിച്ച് P_2 എന്ന പവർ എത്ര 'ബെൽ' കൂടുതലാണ് എന്നത് കാണിക്കാൻ

'ബെൽ' ന്റെ എണ്ണം = $\log_{10} \frac{P_2}{P_1}$

ഡെസിബെൽ എന്നത് 'ബെൽ' ന്റെ പത്തിലൊന്നാണ്.

ഡെസിബെൽ, dB = 10 x ബെൽ ന്റെ എണ്ണം. $= 10 \log_{10} \left[\frac{P_2}{P_1}\right] dB$

ഒരു ആംപ്ലിഫയറിൽ P_1 ഇൻപുട്ട് പവറും P_2 ഔട്ട്പുട്ട് പവറും ആകുന്നു. V_1 ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജും V_2 ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജും ആണെങ്കിൽ

$$P_1 = \frac{V_1^2}{R_1}, \quad P_2 = \frac{V_2^2}{R_1}$$

പവർ രൂപപ്പെടുന്നത് R എന്ന പ്രതിരോധകത്തിനു സമാന്തരമായിട്ടാണ്. എങ്കിൽ

ഡെസിബലുകളുടെ എണ്ണം $= 10 \log_{10} \frac{V_2^2/R}{V_1^2/R} = 10 \log_{10} \frac{V_2^2}{V_1^2}$

$$= 2 \times 10 \log_{10} \left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

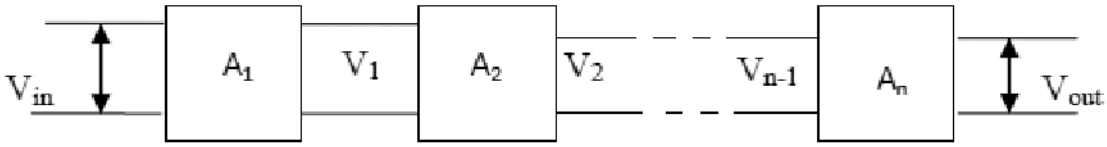
$$= 20 \log_{10} \left(\frac{V_2}{V_1}\right) = 20 \log_{10} \text{ (വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ)}$$

(വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ) dB = $20 \log_{10}$ (വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ)

8.6 ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയർ (Multistage Amplifier)

ഏകഘട്ട ആംപ്ലിഫയർ പലപ്പോഴും നമുക്കാവശ്യമായ ഗെയിൻ നൽകാൻ പര്യാപ്തമാവണമെന്നില്ല. ഉയർന്ന ഗെയിൻ ലഭിക്കാൻ ഒന്നിലധികം ആംപ്ലിഫയറുകൾ ശ്രേണീരീതിയിൽ ഘടിപ്പിക്കേണ്ടതുണ്ട്. ഇത്തരത്തിൽ ഒന്നിലധികം ഘട്ടങ്ങളുള്ള ആംപ്ലിഫയറുകളെ ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയർ അല്ലെങ്കിൽ കാസ്കേഡഡ് ആംപ്ലിഫയർ എന്നു പറയുന്നു.

ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ആകെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ, $A = A_1 \times A_2 \times \ldots\ldots \times \ldots\ldots \times A_n$



$V_1 = A_1 V_{in}$, $V_2 = A_2 V_1$, ..., $V_{out} = V_{n-1} A_n$

ചിത്രം 8.8 ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയർ

ഇവിടെ $A_1, A_2, \ldots\ldots A_n$ എന്നത് ഓരോ ആംപ്ലിഫയറിന്റെയും ഗെയിനാണ്.

ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ dB യിൽ

$20 \log_{10} A = 20 \log_{10} A_1 + 20 \log_{10} A_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + 20 \log_{10} An$

$\therefore$ (A) dB = (A_1)dB + (A_2)dB+..... (A_n) dB

പ്രശ്നം 8.3.

ഒരു ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയറിൽ 30,50,80 എന്നിങ്ങനെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിനുള്ള മൂന്നു ഘട്ടങ്ങളുണ്ട്. ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ആകെ ഗെയിൻ dB യിൽ കണ്ടുപിടിക്കുക.

പരിഹാരം

ആകെ ഗെയിൻ, (A) dB = (A_1)dB + (A_2)dB+(A_3) dB

(A_1)dB = $20 \log_{10} (30) = 29.54$ dB

(A_2)dB = $20 \log_{10} (50) = 33.98$ dB

(A_3)dB = $20 \log_{10} (80) = 38.06$ dB

(A)dB = 29.54 = 33.98 + 38.06 = 101.58 dB

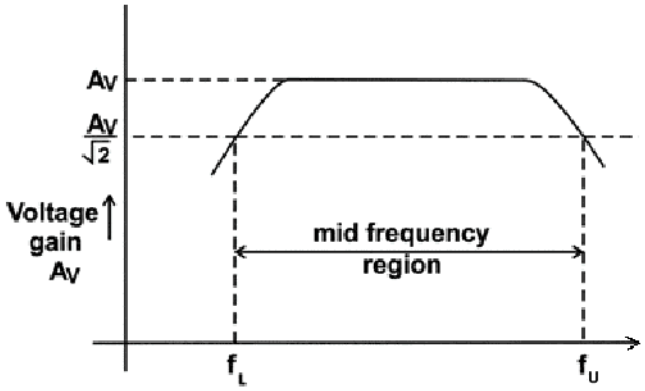
മറ്റൊരു തരത്തിൽ

$A = A_1 \times A_2 \times A_3 = 30 \times 50 \times 80 = 120000$

(A)dB = $20 \log_{10} (120000) = 101.58$ dB

8.7 ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി റെസ്പോൺസ്

വ്യത്യസ്ത ഫ്രീക്വൻസികളിലുള്ള സിഗ്നലുകൾക്ക് ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ പ്രതികരണമാണ് അതിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി റെസ്പോൺസ്. പ്രതികരണം എന്നതുകൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിനിന് വ്യത്യസ്ത ഫ്രീക്വൻസികളിലുള്ള മാറ്റമാണ്. ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ ഒരു സ്ഥിരാങ്കമല്ല. അത് ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലിന്റെ ഫ്രീക്വൻസിക്കനുസരിച്ചു മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കും. ഈ മാറ്റം ഒരു ഗ്രാഫായി ചിത്രീകരിച്ചാൽ നമുക്ക് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി റെസ്പോൺസ് ലഭിക്കും. ഈ ഗ്രാഫിൽ X-ആക്സിൽ ഫ്രീക്വൻസിയും Y-ആക്സിൽ ഗെയിനുമാണ് രേഖപ്പെടുത്തുന്നത്. ചിത്രം 8.9 (a)യിൽ ഒരു ഏകഘട്ട RC കപ്പിൾഡ് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ മാതൃകാ ഫ്രീക്വൻസി റെസ്പോൺസ് ഗ്രാഫ് കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 8.9(a) ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി റെസ്പോൺസ്

ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ ഏതു ഫ്രീക്വൻസിയിലാണോ പരമാവധി ഗെയിനിന്റെ $0.707(\frac{1}{\sqrt{2}})$ മടങ്ങായി കുറയുന്നത്, ആ ഫ്രീക്വൻസികളാണ് കട്ട് ഓഫ് ഫ്രീക്വൻസികൾ. മറ്റൊരു തരത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ ഈ ഫ്രീക്വൻസികളിൽ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് പവർ പരമാവധി പവറിന്റെ പകുതിയായി കുറയുന്നു. അതുകൊണ്ട് കട്ട് ഓഫ് ഫ്രീക്വൻസികളെ ഹാഫ് പവർ ഫ്രീക്വൻസികൾ എന്നും പറയുന്നു. ഡെസിബെലിലാണെങ്കിൽ കട്ട്ഓഫ് ഫ്രീക്വൻസികളിൽ ഔട്ട്പുട്ട് പവർ പരമാവധി കൂടിയ പവറിനെ അപേക്ഷിച്ച് 3dB കുറവായിരിക്കും.

ബാന്റ് വീതി (Band width)

ആംപ്ലിഫയറിന് ഏറ്റവും മികച്ച ഗെയിൻ ലഭിക്കുന്ന കട്ട്ഓഫ് ഫ്രീക്വൻസികൾക്കിടയിൽ വരുന്ന ഫ്രീക്വൻസി പരിധിയെ ബാന്റ് വീതി എന്നു പറയുന്നു. സാധാരണരീതിയിൽ ഈ ബാന്റ് വിഡ്ത്തിനുള്ളിൽ വരുന്ന ഫ്രീക്വൻസിയെ ആംപ്ലിഫൈ ചെയ്യാനാണ് ആംപ്ലിഫയർ ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

ബാന്റ് വീതി (B.W) = $F_U - F_L$

താഴ്ന്ന ഫ്രീക്വൻസികളിൽ ഗെയിൻ കുറയുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?

കപ്ലിങ്, ബൈപ്പാസ് കപ്പാസിറ്ററുകളുടെ AC യിലെ പ്രതിരോധം തത്ത്വത്തിൽ പൂജ്യമായിരിക്കണം. എന്നാൽ പ്രായോഗികതലത്തിൽ അവയ്ക്ക് പ്രതിരോധം ഉണ്ടായിരിക്കും. ഒരു കപ്പാസിറ്ററിന്റെ റിയാക്ടൻസ് ഫ്രീക്വൻസിക്ക് വിപരീത അനുപാതത്തിലായിരിക്കും.

$$Xc = \frac{1}{2\pi fC}$$

മേൽക്കൊടുത്ത സമവാക്യം പ്രകാരം ഫ്രീക്വൻസി കൂടുന്നതിനനുസരിച്ച് കപ്പാസിറ്ററിന്റെ റിയാക്ടൻസ് കുറയുന്നു. അതുകൊണ്ട് കുറഞ്ഞ ഫ്രീക്വൻസികളിൽ കപ്ലിങ്, ബൈപ്പാസ് കപ്പാസിറ്ററുകൾക്ക് അവഗണിക്കാനാവാത്ത പ്രതിരോധം ഉണ്ടായിരിക്കും.

താഴ്ന്ന ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഇൻപുട്ട് കപ്ലിങ് കപ്പാസിറ്ററിന് വലിയ പ്രതിരോധം ഉണ്ടായിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജിന്റെ വലിയൊരു ഭാഗം അവിടെ നഷ്ടമാവുകയും വളരെക്കുറഞ്ഞ ഇൻപുട്ട് സിഗ്നൽ മാത്രം ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ബെയ്സിൽ എത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. അതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് (അഥവാ ഗെയിൻ) കുറയുന്നു.

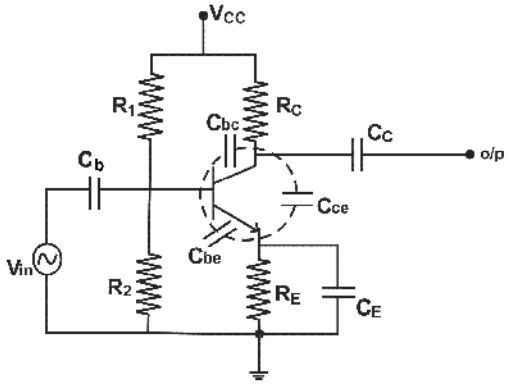
ഔട്ട്പുട്ടിൽ ലഭിക്കുന്ന ആംപ്ലിഫൈഡ് സിഗ്നലിനെ താഴ്ന്ന ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഔട്ട്പുട്ട് കപ്ലിങ് കപ്പാസിറ്റർ ലോഡിലേക്ക് നല്ല രീതിയിൽ കടത്തിവിടാത്തതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് കുറയുന്നു. അതുപോലെ എമിറ്റർ ബൈപ്പാസ് കപ്പാസിറ്റർ കുറഞ്ഞ ഫ്രീക്വൻസിയിൽ അതിന്റെ റിയാക്ടൻസ് കൂടുതലായതിനാൽ ശരിയാംവണ്ണം ബൈപ്പാസ് ചെയ്യുന്നില്ല. അതുകൊണ്ട് ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജിന്റെ ഒരു ഭാഗം എമിറ്റർ റെസിസ്റ്റൻസിൽ നഷ്ടപ്പെടുന്നതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് കുറയുന്നു.

ഫ്രീക്വൻസി കൂടുന്നതനുസരിച്ച് കപ്ലിങ് കപ്പാസിറ്ററിന്റെയും ബൈപ്പാസ് കപ്പാസിറ്ററിന്റെയും റിയാക്ടൻസ് കുറയുന്നതിനാൽ ഔട്ട്പുട്ട് വോൾട്ടേജ് അഥവാ ഗെയിൻ കൂടുന്നു. ഇത് ഗ്രാഫിൽ കാണാൻ കഴിയും.

ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസിയിൽ ഗെയിൻ കുറയുന്നതെന്തുകൊണ്ട്?

വളരെ ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസികളിൽ കപ്ലിങ്, ബൈപ്പാസ് കപ്പാസിറ്ററുകളുടെ റിയാക്ടൻസ് പൂജ്യത്തിനടുത്താവും. അതുകൊണ്ട് ഗെയിൻ വളരെ കൂടേണ്ടതാണ്. എന്നാൽ മറ്റു ചില ഘടകങ്ങൾ കാരണം ഇവിടെ ഗെയിൻ കുറയുന്നു. ഈ ഘടകങ്ങളെന്താണ് എന്നു പരിശോധിക്കാം.

ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ഉള്ളിൽ ബെയ്സ്-എമിറ്റർ, ബെയ്സ്-കളക്ടർ എന്നീ ജങ്ഷനുകളുണ്ട്. ഈ ജങ്ഷനുകളിൽ ഡിപ്ലിഷൻ മേഖലകൾ ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. ഈ മേഖലകളിൽ ചാർജ് വാഹകരില്ല. പക്ഷേ, മേഖലകളുടെ ഇരുവശങ്ങളിലും ചാർജ് വാഹകരുണ്ട്. ഇത് കപ്പാസിറ്ററുകളുടെ ധർമം നിർവഹിക്കുന്നു. ബെയ്സ് - കളക്ടർ ജങ്ഷനിലുള്ള C_{bc} എന്ന കപ്പാസിറ്റൻസ് ഇൻപുട്ടിനെയും ഔട്ട്പുട്ടിനെയും പരസ്പരം ബന്ധിപ്പിക്കുന്നു. ചിത്രം 8.9 (b) എന്ന് കാണുക.



ചിത്രം 8.9 (b) ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസികളിലുള്ള ജങ്ഷൻ കപ്പാസിറ്റൻസ്

താഴ്ന്ന ഫ്രീക്വൻസികളിൽ ഈ കപ്പാസിറ്ററിന്റെ റിയാക്ടൻസ് കൂടുതലായതിനാൽ ഇതിനെ ഓപ്പൺ സെർക്കീട്ടായി പരിഗണിക്കാം. എന്നാൽ വളരെ ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസികളിൽ ഈ കപ്പാസിറ്ററിന്റെ റിയാക്ടൻസ് കുറയുകയും അതുവഴി ഇൻപുട്ടിനും ഔട്ട്പുട്ടിനുമിടയിൽ കറന്റ് കടന്നുപോകുന്ന ഒരു വഴി രൂപപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ കുറയുന്നതിനു കാരണമാകുന്നു.

പ്രവർത്തനം 3

പ്രവർത്തനം 2 ൽ പറഞ്ഞ ആംപ്ലിഫയറുണ്ടാക്കി താഴെപ്പറയുന്നവ കണ്ടുപിടിക്കുക.

1. Q point മൾട്ടിമീറ്റർ ഉപയോഗിച്ച് കണ്ടുപിടിക്കുക.
2. $200H_Z$, $600H_Z$, $1KH_Z$, $1.5KH_Z$, $2KH_Z$, $3KH_Z$, $1MH_Z$എന്നീ ഫ്രീക്വൻസികളിലെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ.
3. ഫ്രീക്വൻസി റെസ്പോൺസ് ഗ്രാഫ് വരയ്ക്കുക.
4. ഈ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ബാന്റ് വീതി കണ്ടുപിടിക്കുക.

ആംപ്ലിഫയറുകൾ പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഫ്രീക്വൻസി പരിധി അഥവാ അവയുടെ ബാന്റ് വീതി അടിസ്ഥാനമാക്കി അവയെ ഓഡിയോ, റേഡിയോ, വീഡിയോ ആംപ്ലിഫയറുകളായി തരം തിരിക്കാം. 15 H_Z മുതൽ $20KH_Z$വരെ പരിധിയുള്ളവയെ ഓഡിയോ ആംപ്ലിഫയറായും $10KH_Z$ മുതൽ $1000GH_Z$ വരെ പരിധിയുള്ളവയെ റേഡിയോ ആംപ്ലിഫയറായും $DC(OH_Z)$ മുതൽ $6MH_Z$ വരെ പരിധിയുള്ളവയെ വീഡിയോ ആംപ്ലിഫയറായും പരിഗണിക്കാം.

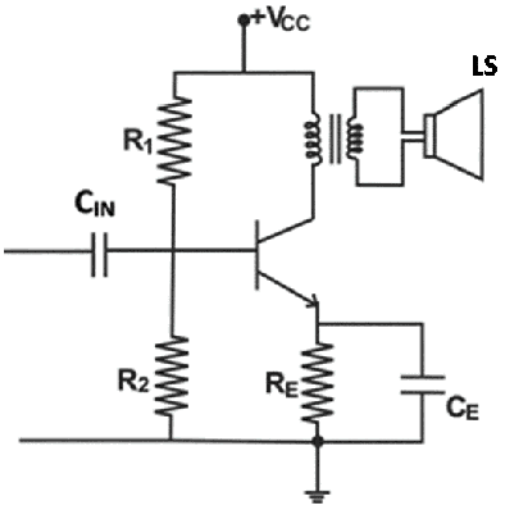
പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കുക

- *ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ രൂപകല്പനയിൽ ഫ്രീക്വൻസി റസ്പോൺസ് ഗ്രാഫിന്റെ പ്രാധാന്യം ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുക.*

8.8 ഓഡിയോ പവർ ആംപ്ലിഫയർ

ഓഡിയോ സിഗ്നലുകളെ ആംപ്ലിഫൈ ചെയ്യാനാണ് ഓഡിയോ പവർ ആംപ്ലിഫയർ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. പബ്ലിക് അഡ്രസ് സിസ്റ്റം, ടി.വി, റേഡിയോ തുടങ്ങിയവയിൽ ഈ ആംപ്ലിഫയർ ഒരു അവിഭാജ്യഘടകമാണ്. നാം നേരത്തെ മനസ്സിലാക്കിയ RC കപ്പിൾഡ് ആംപ്ലിഫയർ ഒരു വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫയറാണ്.

ഒരു പ്രായോഗിക ആംപ്ലിഫയറിൽ ആദ്യഘട്ടത്തിൽ വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫയർ ഉപയോഗിച്ച് വോൾട്ടേജ് കൂടുന്നു. ആവശ്യത്തിനു ഗെയിൻ ലഭിക്കാൻ ഇവിടെ ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയർ ഉപയോഗിക്കാം. അവസാനഘട്ടത്തിൽ ഔട്ട്പുട്ട് ഉപകരണത്തിന് (ഉദാ. ലൗഡ്സ്പീക്കർ) പരമാവധി പവർ നൽകുന്നതിനായി പവർ ആംപ്ലിഫയർ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ചുരുക്കത്തിൽ, ഒരു പ്രായോഗിക ആംപ്ലിഫയർ സംവിധാനത്തിൽ വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫയറുകളും പവർ ആംപ്ലിഫയറുകളും ഉപയോഗിക്കുന്നു.



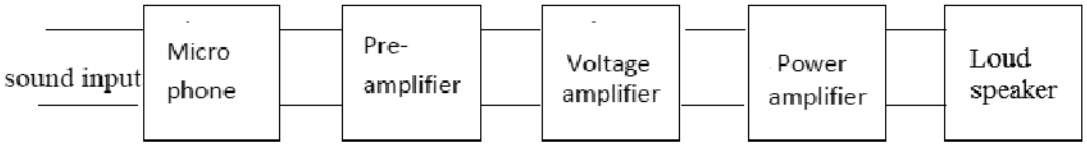
ചിത്രം 8.10 (a) പവർ ആംപ്ലിഫയർ

ഒരു മാതൃകാ ഓഡിയോ പവർ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ചിത്രം കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഇത് ഒരു പബ്ലിക് അഡ്രസ് സിസ്റ്റത്തിന്റെ അവസാനഘട്ട ആംപ്ലിഫയറാണ്.

പവർ ആംപ്ലിഫയറിൽ പവർ ട്രാൻസിസ്റ്ററാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. പവർ ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്

വലിയ കറന്റിൽ പ്രവർത്തിക്കാൻ കഴിയും. അതുപോലെ ചിത്രം 8.10 (a)ൽ ലോഡായി ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത് ലൗഡ്സ്പീക്കറാണ്. ഒരു ലൗഡ് സ്പീക്കറിന്റെ ഇംപിഡൻസ് ഏകദേശം 8Ω ആണ്. ഈ സ്പീക്കർ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിൽ നേരിട്ട് ഘടിപ്പിച്ചാൽ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ കളക്ടർ റെസിസ്റ്റൻസിന്റെ ഫലത്തിലുള്ള പ്രതിരോധം കുറയും. ഈ പ്രശ്നം ഒഴിവാക്കുന്നതിനായി ലോഡ് ട്രാൻസ്ഫോർമർ കപ്ലിങ് വഴി കളക്ടറിൽ ഘടിപ്പിക്കുന്നു. ഈ സംവിധാനത്തിനെ ട്രാൻസ്ഫോർമർ കപ്പിൾഡ് ആംപ്ലിഫയർ എന്നുവിളിക്കുന്നു. ഇവിടെ ട്രാൻസ്ഫോർമർ ഇംപിഡൻസ് മാച്ചിങ്ങിനാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ടിൽ നിന്ന് ലോഡിലേക്ക് പരമാവധി പവർ കൈമാറ്റം ചെയ്യപ്പെടണമെങ്കിൽ അവിടെ ഇംപിഡൻസ് മാച്ചിങ് ഉണ്ടാവണം. ഇവിടെ ഇംപിഡൻസ് മാച്ചിങ് എന്നതുകൊണ്ട് ഉദ്ദേശിക്കുന്നത് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഔട്ട്പുട്ട് ഇംപിഡൻസും ലോഡ് ഇംപിഡൻസും തുല്യമാവുക എന്നതാണ്. ഇവിടെ ട്രാൻസ്ഫോമർ ഉപയോഗിച്ച് ഇംപിഡൻസ് കുറഞ്ഞ സ്പീക്കറിനെ വലിയ ഇംപിഡൻസിന്റെ ഫലമുണ്ടാവുന്ന രീതിയിൽ കളക്ടറിൽ ബന്ധിപ്പിക്കാൻ കഴിയും.

ഒരു പബ്ലിക് അഡ്രസ് സിസ്റ്റത്തിന്റെ ബ്ലോക്ക് ഡയഗ്രം താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 8.10 (b)

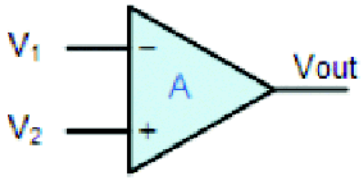
8.9 ഓപറേഷണൽ ആംപ്ലിഫയർ (Op - Amp)

Op - Amp എന്നു സാധാരണയായി അറിയപ്പെടുന്ന ഓപറേഷണൽ ആംപ്ലിഫയർ അനലോഗ് ഇലക്ട്രോണിക് സെർക്കീട്ടുകളുടെ ഒരു പ്രധാന ഭാഗമാണ്. ഈ ആംപ്ലിഫയർ സിഗ്നൽ കണ്ടീഷനിങ്, ഫിൽട്ടറിങ്, ഇൻസ്ട്രുമെന്റേഷൻ ആംപ്ലിഫയർ എന്നിവയിലും ഗണിതപ്രക്രിയകളായ സങ്കലനം, വ്യവകലനം, ഗുണനം, ഹരണം, ഇന്റഗ്രേഷൻ, ഡിഫറൻസിയേഷൻ എന്നിവ നടത്തുന്നതിനും വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇത് ഒരു ഒറ്റ സിലിക്കൺ ചിപ്പിനകത്തുള്ള ആംപ്ലിഫയറാണ്. ഇതിൽ ഒന്നിലധികം ഘട്ടങ്ങളിലുള്ള ആംപ്ലിഫയർ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നു. ഒരു മാതൃകാ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ പ്രത്യേകതകൾ നേടുന്നതിനായുള്ള കാര്യങ്ങൾ ഇതിന്റെ നിർമാണത്തിൽ ഉപയോഗിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഒരു Op - Ampന്റെ സ്വഭാവസവിശേഷതകൾ താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

- വളരെ ഉയർന്ന ഗെയിൻ (തത്ത്വത്തിൽ അനന്തം)
- വളരെ ഉയർന്ന ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസ് (തത്ത്വത്തിൽ അനന്തം)
- വളരെ താഴ്ന്ന ഔട്ട്പുട്ട് ഇംപിഡൻസ് (തത്ത്വത്തിൽ പൂജ്യം)
- വളരെ കൂടിയ ബാന്റ് വീതി (തത്ത്വത്തിൽ അനന്തം)

ഒരു ഓപറേഷണൽ ആംപ്ലിഫയർ അതിന്റെ രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകളിൽ കൊടുക്കുന്ന വോൾട്ടേജുകളുടെ വ്യത്യാസത്തോടു മാത്രമേ പ്രതികരിക്കുകയുള്ളൂ. ഈ വ്യത്യാസമാണ് ഡിഫറൻഷ്യൽ ഇൻപുട്ട് വോൾട്ടേജ്. ഒരേ വോൾട്ടേജുകൾ തന്നെ രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകളിലും കൊടുക്കുന്നുവെങ്കിൽ ഔട്ട്പുട്ടിൽ ലഭിക്കുന്നത് പൂജ്യം വോൾട്ടായിരിക്കും. അതുകൊണ്ട് രണ്ട് ഇൻപുട്ടിലും ഒരേപോലെ ഉണ്ടാകാവുന്ന നോയ്സ് വോൾട്ടേജുകൾ ഒഴിവാക്കപ്പെടും.

ഒരു ഓപറേഷണൽ ആംപ്ലിഫയറിന് രണ്ട് ഉയർന്ന ഇംപിഡൻസുള്ള രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകളുണ്ട്. നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം രേഖപ്പെടുത്തിയ ഇൻപുട്ട്, ഇൻവേർട്ടിങ് ഇൻപുട്ടെന്നും പോസിറ്റീവ് ചിഹ്നം രേഖപ്പെടുത്തിയ ഇൻപുട്ട് നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ഇൻപുട്ടെന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. ചിത്രം 8.11 (a) കാണുക.

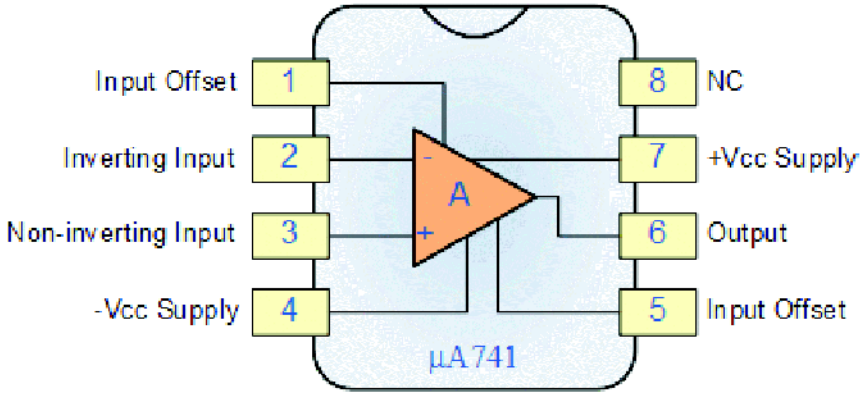


ചിത്രം 8.11 (a) Op-Amp ന്റെ ചിഹ്നം

ഒരു Op-Ampന് അതിന്റെ ഇൻവേർട്ടിങ് ഇൻപുട്ടിലോ നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ഇൻപുട്ടിലോ ഇൻപുട്ട് സിഗ്നൽ നൽകാം. ഇൻവേർട്ടിങ് ടെർമിനലിലാണ് ഇൻപുട്ട് നൽകുന്നതെങ്കിൽ ഔട്ട്പുട്ടിൽ ലഭിക്കുന്ന സിഗ്നൽ ഇൻപുട്ടിനെ അപേക്ഷിച്ച് ഇൻവേർട്ട് (180^0 ഫേസ് മാറിയത്) ചെയ്യപ്പെട്ടതായിരിക്കും. അതുപോലെ നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ഇൻപുട്ടിലാണ് സിഗ്നൽ നൽകുന്നതെങ്കിൽ ഔട്ട്പുട്ടും ഇൻപുട്ടും ഒരേ ഫേസിലായിരിക്കും.

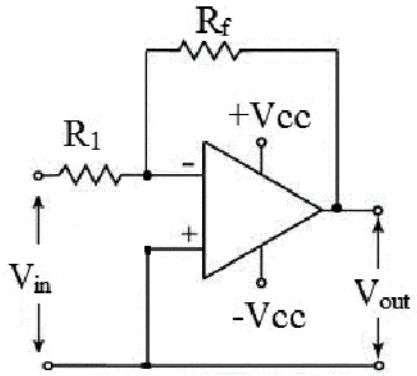
വളരെ വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്ന IC 741 എന്ന Op-Amp ന്റെ പിൻ ഡയഗ്രം താഴെകൊടുക്കുന്നു.

741C is a popular operational amplifier which is an 8 pin IC.



ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയർ

Op-Ampനെ ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയറാക്കുന്നതിനായി ഇൻപുട്ട് സിഗ്നൽ അതിന്റെ നെഗറ്റീവ് ഇൻപുട്ടിൽ കൊടുക്കണം. ഇവിടെ ഔട്ട്പുട്ട് സിഗ്നൽ ഇൻപുട്ടിനെ അപേക്ഷിച്ച് 180^0 ഫേസ് വ്യത്യാസത്തിലായിരിക്കും. ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ചിത്രം താഴെ കൊടുക്കുന്നു.



ചിത്രം 8.11 (b) ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയർ

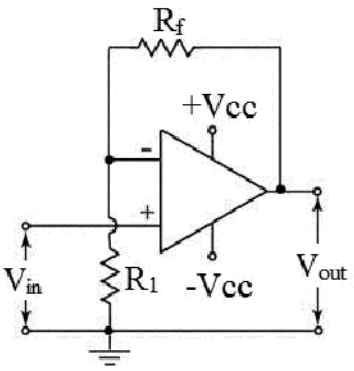
ഈ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിനിന്റെ സമവാക്യം താഴെ കൊടുക്കുന്നു.

$$A = \frac{-R_F}{R_1}$$

ഗെയിനിന്റെ സമവാക്യത്തിൽ നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം ഔട്ട്പുട്ടും ഇൻപുട്ടും തമ്മിൽ 180° ഫേസ് വ്യത്യാസം ഉണ്ടെന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയർ

ഇവിടെ സിഗ്നൽ പോസിറ്റീവ് ഇൻപുട്ടിലാണ് നൽകുന്നത്. ഔട്ട്പുട്ട്, ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലുകൾ ഒരേ ഫേസിലായിരിക്കും.



ചിത്രം 8.11 (c) നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയർ

നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ $A = 1 + \frac{R_F}{R_1}$

ഇവിടെ R_F എന്ന റെസിസ്റ്റർ ഔട്ട്പുട്ടിൽ നിന്ന് ഇൻപുട്ടിലേക്കു നെഗറ്റീവ് ഫീഡ്ബാക്ക് നൽകുന്നു. ഇതുവഴി ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ നമുക്കാവശ്യമുള്ള തരത്തിലുള്ള താഴ്ന്ന വിലയിൽ കൊണ്ടുവരാൻ സാധിക്കുന്നു. അല്ലാത്തപക്ഷം ഗെയിൻ പത്തുലക്ഷത്തോളം വരുന്ന വലിയ മൂല്യമായിരിക്കും.

പഠനപുരോഗതി പരിശോധിക്കാം

- വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ ഒന്ന് കിട്ടുന്ന തരത്തിൽ ഒരു ഇൻവേർട്ടിംഗ് ആംപ്ലിഫയറും നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയറും രൂപ കല്പന ചെയ്യുക.

നമുക്ക് സംഗ്രഹിക്കാം

ശക്തികുറഞ്ഞ ഒരു സിഗ്നലിനെ ശക്തിപ്പെടുത്താനുള്ള ഉപകരണമാണ് ആംപ്ലിഫയർ. ആംപ്ലിഫയറുകളെ വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫയർ എന്നും പവർ ആംപ്ലിഫയർ എന്നും തരംതിരിക്കാം. വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫയറിൽ ഔട്ട്പുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസ് ഇൻപുട്ട് റെസിസ്റ്റൻസിനെ അപേക്ഷിച്ച് വളരെക്കൂടുതലായിരിക്കും. ഉയർന്ന വോൾട്ടേജ് ഗെയിനും കറന്റ് ഗെയിനും ഉള്ളതുകൊണ്ടാണ് ആംപ്ലിഫയറിൽ CE കോൺഫിഗറേഷൻ വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഒരു ആംപ്ലിഫയർ പ്രവർത്തിക്കുമ്പോൾ ട്രാൻസിസ്റ്ററിൽ ഒഴുകുന്ന Ic കറന്റ് ബെയ്സ്-കളക്ടർ ജങ്ഷനിൽ താപമുണ്ടാക്കുകയും അതു കൂടുതൽ മൈനോറിറ്റി കാരിയറുകളെ ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇത് Ic കറന്റിനെ കൂടുതൽ വർധിപ്പിക്കുകയും അതുവഴി ജങ്ഷന്റെ താപം വീണ്ടും കൂടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ പ്രക്രിയയെ തെർമൽ റൺ എവേ എന്നു പറയുന്നു. ഈ പ്രശ്നം ഒഴിവാക്കുന്നതിനായി വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസിങ് ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഈ ബയാസിങിൽ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ 'β' യെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല. ഒരു ട്രാൻസിസ്റ്ററിനെ ആംപ്ലിഫയറാക്കണമെങ്കിൽ ഓപറേറ്റിങ് പോയിന്റ് ആക്ടീവ് മേഖലയിൽ ആയിരിക്കണം. അതിൽത്തന്നെ ഉത്തമസ്ഥാനം എന്നത് ആക്ടീവ് റീജിയന്റെ ഒത്ത നടുവിലാണ്. ഈ പോയിന്റിൽ $V_{CE} = \frac{V_{CC}}{2}$ ആയിരിക്കും.

A_1, A_2, A_3 .....എന്നിങ്ങനെ ഗെയിനുകളുള്ള ആംപ്ലിഫയറുകളെ ശ്രേണീരീതിയിൽ ഘടിപ്പിച്ചാൽ അവയുടെ ആകെ ഗെയിൻ $A = A_1 \times A_2 \times A_3$ ..... ആയിരിക്കും

ഇതിനെ ഡെസിബെലിൽ കണക്കാക്കിയാൽ

$AdB = A_{1dB} + A_{2dB} + A_{3dB} +$ ..... ആയിരിക്കും.

വ്യത്യസ്ത ഫ്രീക്വൻസികളുള്ള സിഗ്നലുകളോടുള്ള ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ പ്രതികരണം അതിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി റസ്പോൺസ് ഗ്രാഫിൽനിന്നു ലഭിക്കും. അപ്പർ കട്ട് ഓഫ് (Fu), ലോവർ കട്ട്ഓഫ് (F_L)ഫ്രീക്വൻസികൾക്കിടയിലാണ് ആംപ്ലിഫയർ ഏറ്റവും മികച്ച ഗെയിൻ നൽകുന്നത്. ഈ ഫ്രീക്വൻസി പരിധിയെ ബാൻഡ് വിഡ്ത് എന്നു പറയുന്നു.

ഒരു Op-Amp ഉയർന്ന ഇംപിഡൻസുള്ള രണ്ട് ഇൻപുട്ടുകളുണ്ട്. ഇവയെ ഇൻവേർട്ടിംഗ് ഇൻപുട്ടെന്നും നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ഇൻപുട്ടെന്നും വിളിക്കുന്നു.

ഒരു Op-Ampനെ ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയറായും നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയറായും ഉപയോഗിക്കാം. അനലോഗ് സിഗ്നലുകളിൽ ഗണിതപ്രക്രിയകൾ നടത്താനും സിഗ്നൽ കണ്ടീഷനിങ്, ഫിൽട്ടറിങ് മുതലായ ആവശ്യങ്ങൾക്കായും Op-Ampകളെ വ്യാപകമായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു.

പഠനനേട്ടങ്ങൾ

- ആംപ്ലിഫിക്കേഷൻ എന്ന ആശയം വിശദീകരിക്കുന്നു.
- ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ആംപ്ലിഫയർ എന്ന നിലയിലുള്ള ഉപയോഗം ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുന്നു.
- ബയാസിങ് സെർക്കീട്ടുകളുടെ ആവശ്യകത തിരിച്ചറിയുന്നു.
- ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഫ്രീക്വൻസി റെസ്പോൺസ് വിശദീകരിക്കുന്നു.
- താഴ്ന്ന ഫ്രീക്വൻസിയിലും ഉയർന്ന ഫ്രീക്വൻസിയിലും ഗെയിൻ കുറയുന്നതിന്റെ കാരണം വിശദമാക്കുന്നു.
- ഓപറേഷനൽ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ പ്രാധാന്യം ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുന്നു.
- 741 IC യുടെ പിൻഡയഗ്രം വരയ്ക്കുന്നു.
- ആംപ്ലിഫയർ സെർക്കീട്ടിൽ Op-Ampന്റെ പ്രാധാന്യം വിശദമാക്കുന്നു.
- ഇൻവേർട്ടിങ്, നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയറുകളുടെ സെർക്കീട്ട് വരച്ച് വിശദീകരിക്കുന്നു.

വിലയിരുത്തൽ ഇനങ്ങൾ

വസ്തുനിഷ്ഠ ചോദ്യങ്ങൾ

1. വോൾട്ടേജ് ആംപ്ലിഫിക്കേഷന് ഉപയോഗിക്കാൻ കഴിയാത്ത ട്രാൻസിസ്റ്റർ കോൺഫിഗറേഷൻ

   എ) CE കോൺഫിഗറേഷൻ ബി) CB കോൺഫിഗറേഷൻ
   സി) CC കോൺഫിഗറേഷൻ ഡി) ഇവയെല്ലാം

2. ആംപ്ലിഫിക്കേഷന്വേണ്ടി ഏറ്റവും കൂടുതലായി ഉപയോഗിക്കുന്ന കോൺഫിഗറേഷൻ

   എ) CE കോൺഫിഗറേഷൻ ബി) CB കോൺഫിഗറേഷൻ
   സി) CC കോൺഫിഗറേഷൻ ഡി) ഇവയെല്ലാം

3. തെർമൽ റൺ എവേ ഒഴിവാക്കാൻ സഹായിക്കുന്ന ബയാസിങ്

   എ) ഫിക്സഡ് ബയാസ് ബി) വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസ്
   സി) കളക്ടർ ടു ബെയ്സ് ബയാസ് ഡി) എമിറ്റർ ടു ബെയ്സ് ബയാസ്

4. വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസിങ് ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ ഓപറേറ്റിംഗ് പോയിന്റ്

   എ) കറന്റ് ഗെയിനിനെ ആശ്രയിക്കുന്നു.
   ബി) സാച്ചുറേഷൻ റീജിയന്റെ അടുത്തെത്തുന്നു.
   സി) ട്രാൻസിസ്റ്ററിന്റെ ഘടകങ്ങളെ ആശ്രയിക്കുന്നില്ല.
   ഡി) ഊഷ്മാവ് മാറുന്നതിനനുസരിച്ച് കളക്ടർ കറന്റ് മാറുന്നു

5. വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ ഡെസിബെലിൽ അളക്കുന്നത്

   എ) $\log \frac{Vout}{Vin}$ ബി) $20\ln \frac{Vout}{Vin}$ സി) $20\log \frac{Vout}{Vin}$ ഡി) $\ln \frac{Vout}{Vin}$

6. ഒരു മാതൃകാ Op-Ampന്റെ വോൾട്ടേജ് ഗെയിൻ

എ) പൂജ്യം ബി) 100%

സി) അനന്തം ഡി) പ്രവചിക്കാൻ കഴിയില്ല.

7. ഒരു മാതൃകാ Op-Amp ന്റെ ഇൻപുട്ട് ഇംപിഡൻസ്, ഔട്ട്പുട്ട് ഇംപിഡൻസ്, ബാന്റ് വീതി എന്നിവ യഥാക്രമം

എ) അനന്തം, പൂജ്യം, അനന്തം ബി) പൂജ്യം, അനന്തം, പൂജ്യം

സി) പൂജ്യം, പൂജ്യം, അനന്തം ഡി) അനന്തം, അനന്തം, പൂജ്യം

8. A_1, A_2, A_3 എന്നിങ്ങനെ ഗെയിനുകളുള്ള മൂന്ന് ആംപ്ലിഫയറുകൾ ശ്രേണീരീതിയിൽ ഘടിപ്പിച്ചാൽ അവയുടെ ആകെ ഗെയിൻ

എ) $A_1 + A_2 + A_3$ ബി) $A_1 \times A_2 \times A_3$

സി) $A_1 A_2 + A_1 A_3$ ഡി) $A_1 . A_2 . A_3 / A_1 + A_2 + A_3$

9. ഒരു ഇൻവേർട്ടിങ് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഇൻപുട്ട് സിഗ്നലും ഔട്ട്പുട്ട് സിഗ്നലും തമ്മിൽ

എ) ഫേസ് വ്യത്യാസമില്ല. ബി) 90^0 ഫേസ് വ്യത്യാസമുണ്ട്.

സി) 180^0 ഫേസ് വ്യത്യാസമുണ്ട്. ഡി) 270^0 ഫേസ് വ്യത്യാസമുണ്ട്.

10. സാർവ്വത്രിക ബയാസിംഗ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന ബയാസിങ് ഏത്?

എ) ഫിക്സഡ് ബയാസ് ബി) വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസ്

സി) എമിറ്റർ ബയാസ് ഡി) ബെയ്സ് ബയാസ്

ഉത്തരസൂചിക

1) സി 2) എ 3) ബി 4) സി 5) സി 6) സി 7) എ 8) ബി 9) സി 10) ബി

വിവരണാത്മകചോദ്യങ്ങൾ

1. ഫിക്സഡ് ബയാസിങ് സെർക്കീട്ട് വരച്ച് പ്രവർത്തനം വിശദമാക്കുക.
2. ഫിക്സഡ് ബയാസിങും വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസിങും താരതമ്യം ചെയ്യുക. വോൾട്ടേജ് ഡിവൈഡർ ബയാസിംഗിന്റെ നേട്ടങ്ങൾ എഴുതുക.
3. ആംപ്ലിഫയറിന് ബയാസിങ് സെർക്കീട്ടിന്റെ പ്രധാന ആവശ്യങ്ങൾ എഴുതുക.
4. ഒരു RC കപ്പിൾസ് ആംപ്ലിഫയറിന്റെ സെർക്കീട്ട് വരച്ച് പ്രവർത്തനം എഴുതുക.
5. ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഫ്രീകൻസി റെസ്പോൺസ് വിശദമാക്കുക.
6. ഒരു ബഹുഘട്ട ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഗെയിൻ dB യിൽ കണ്ടുപിടിക്കുന്നതിനുള്ള സമവാക്യമെഴുതുക.
7. ഓപറേഷണൽ ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഇൻവേർട്ടിങ്, നോൺ ഇൻവേർട്ടിങ് കോൺഫിഗറേഷനുകൾ വരയ്ക്കുക.
8. ഒരു ആംപ്ലിഫയറിന്റെ ഓപ്പറേറ്റിംഗ് പോയിന്റിന്റെ ഏറ്റവും ഉചിതമായ സ്ഥാനം ലോഡ് ലൈനിന്റെ നടുവിലാണെന്ന് സാധൂകരിക്കുക.
9. ആംപ്ലിഫയറുകളെ അവയുടെ ബാന്റ് വിഡ്ത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ തരംതിരിക്കുക.
10. Op-Ampന്റെ ഉപയോഗങ്ങൾ എഴുതുക.